COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 MAI 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Flourens** annonce la perte douloureuse que vient de faire l'Académie dans la personne de M. **Breschet**, membre de la Section de Médecine et de Chirurgie, décédé le 10 mai 1845.

M. **Arago** rend un compte verbal des expériences qui viennent d'être faites sur le télégraphe électrique. Ces expériences ont complétement réussi. La fidélité avec laquelle on a transmis des dépêches de Paris à Rouen et de Rouen à Paris, ne peut plus laisser aucun doute sur l'avenir de ce moyen de communication.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Réfutation des théories établies par* M. de Mirbel *dans son Mémoire sur le* Dracæna australis (1); *par* M. **Charles Gaudichaud**. (Première partie.)

« Une grave question scientifique a été, en 1843, soulevée devant l'Académie (2):

» Un de nos savants confrères est venu, au sujet d'un Mémoire sur le Dattier, vous présenter une théorie organographique et physiologique

(1) *Comptes rendus,* séance du 7 octobre 1844.

(2) *Comptes rendus,* séance du 12 juin 1843.

nouvelle, contraire à toutes celles qu'il avait soutenues jusqu'alors, et contester toutes celles de ses devanciers et de ses contemporains. Il s'est surtout attaché à combattre, implicitement il est vrai, celle des mérithalles, que j'ai proposée et que je défends aujourd'hui.

» J'ai protesté contre cette nouvelle théorie, et, pour justifier cette protestation et ma doctrine phytologique, j'ai successivement lu, devant l'Académie, sous le titre de Notes, cinq Mémoires qui n'étaient, à bien dire, que l'exacte et sévère explication des faits nombreux, choisis parmi tous ceux que je possède, et que j'ai aussi fait passer sous les yeux de l'Académie (1).

» On attaquait une doctrine phytologique tout entière, et que, maintenant plus jamais, j'ai le droit de croire vraie. J'ai dû me lever pour la défendre, et chacun a pu voir et juger les éléments qui servent de base à mes arguments, et combien mes convictions sont sincères, fortes et entières.

» Je n'ai malheureusement pas réussi, malgré d'innombrables preuves évidentes, à ébranler les convictions de notre savant confrère, qui, le 7 octobre dernier, est venu lire un second Mémoire sur le *Dracæna australis*, du groupe des Monocotylés, dans lequel ce savant, non-seulement ne tient aucun compte des faits, pourtant si beaux et si concluants, que j'ai apportés à l'appui de la théorie des mérithalles ou phytonienne, mais poursuit sa nouvelle direction, et cherche même à la fortifier de faits microscopiques qu'il prétend être nouveaux et d'une très-grande valeur.

» Eh bien, messieurs, je viens, à mon tour, protester contre ce second travail, et avec plus de force encore que contre le premier; combattre tous les arguments et toutes les assertions qu'il renferme, parce que, selon les faits, tous sont contraires à la vérité.

» Je vais facilement vous le prouver.

» Avant cela, messieurs, il ne sera peut-être pas inutile de dire que d'illustres savants de toutes les parties de l'Europe, au nombre desquels je puis citer MM. Al. de Humboldt, Link, R. Brown, A.-P. et Alph. de Candolle, Raineward, Martius, Corda, Agardh, Amici, et tous les jeunes et savants pro-

---

(1) J'ai, de plus, réuni tous les matériaux que j'ai pu rencontrer pour un Mémoire sur le Dattier, dans lequel je combattrai phrase par phrase, ligne par ligne, et presque mot par mot, tous les faits et toutes les théories renfermés dans le Mémoire de M. de Mirbel sur le Dattier.

Ceux qui sont au courant de la science savent très-bien que j'ai fortement contesté, dans mes Notes, tous les principes émis dans ce Mémoire, et que je n'ai réellement plus besoin que d'un Dattier de haute taille pour prouver la vérité de tout ce que j'ai avancé, et que je maintiens aujourd'hui plus que jamais.

fesseurs italiens qui sont venus à Paris, ont vu, touché et étudié mes nombreuses anatomies, et leur ont donné, ainsi qu'à la doctrine qu'elles indiquent, une provisoire, mais entière approbation; que beaucoup de célèbres professeurs de presque tous les pays l'enseignent aujourd'hui dans leurs cours (1); que MM. Lindley, Link et Meneghini en ont depuis longtemps adopté les principes fondamentaux; et que, selon moi, ces principes admis, la théorie des mérithalles et, conséquemment, celle de la marche descendante de l'accroissement végétal, se soutiennent d'elles-mêmes.

» Je ne suis donc pas seul maintenant, comme quelques personnes ont cherché à le faire croire, en ne me donnant pour auxiliaires ou pour appui que de la Hire et Aubert du Petit-Thouars, qui ne sont plus, à défendre le principe de l'accroissement en diamètre des tiges par la descension des tissus radiculaires, puisque même je pourrais ajouter de nombreux noms à la liste déjà si imposante que je viens de donner des savants étrangers, et l'augmenter encore de ceux d'un bon nombre de savants français, qui y ont plus ou moins complétement adhéré.

» N'est-ce donc rien, messieurs, d'avoir pour soi, avec peut-être vingt philosophes de l'antiquité, de la Hire, ce savant universel; Aubert du Petit-Thouars, Moldenhawer, et un grand nombre d'autres phytologistes anciens plus célèbres les uns que les autres, qui sont entrés plus ou moins directement dans la voie où je suis; que MM. Poiteau, Lindley et Meneghini la parcourant chaque jour en l'élargissant; que presque tous les bons anatomistes qui, quelques-uns même sans le savoir, ont publié d'admirables travaux exacts lesquels, convenablement interprétés, viennent l'éclairer des plus vives lumières?

» Ne comptera-t-on pour rien, non plus, ces adhésions entières si nombreuses, et même ces grandes prédispositions exprimées spontanément, librement, par la presque universalité des savants de France et de l'étranger?

» Je suis seul, dit-on: hé! non, messieurs, ce n'est pas moi qui suis seul, mais bien M. de Mirbel, puisqu'il n'a plus pour partisans que des hommes étrangers à la science, incapables de vérifier et juger par eux-mêmes; que de rares amis peut-être intéressés, sans convictions et sans foi scientifique, ou certaines personnes abusées par l'autorité d'un grand nom.

» L'autorité scientifique de M. de Mirbel est grande, sans doute, et nul plus que moi n'est disposé à le reconnaître; mais il en est d'autres qui ne le

(1) L'Académie connaît et approuvera les motifs qui m'empêchent de nommer ici MM. les professeurs de Paris qui en ont aussi parlé dans leurs ouvrages et dans leurs cours.

sont pas moins : ce sont celles de MM. Lindley, Link, H. Mohl, Meyen, Unger, Meneghini, et d'une foule d'autres savants observateurs qui, directement ou indirectement, ont marché dans la voie que je suis; et, permettez-moi de vous le dire, messieurs, il y a une autorité mille fois plus grande encore que toutes celles-là, c'est l'autorité des faits!

» Or, vous le savez maintenant, tous les faits sont pour moi, et à tel point même, que je pourrais défier n'importe qui d'en montrer un seul qui leur fût contraire.

» La théorie que je défends n'est pas plus la théorie de de la Hire et d'Aubert du Petit-Thouars (dont cependant elle doit porter le nom) que celle de Malpighi, Darwin, Moldenhawer, Goëthe; de MM. Lindley, H. Mohl, Link, Meneghini, Poiteau, Naudin, etc.

» Elle serait bien plutôt, à la rigueur, l'œuvre de tous ces savants.

» C'est la théorie organographique des mérithalles, qui n'a aucun rapport avec ce que l'on nomme la double végétation; théorie qui explique l'accroissement en hauteur et en largeur des végétaux par deux systèmes très-distincts : le système ascendant, qui produit l'accroissement en hauteur (et non l'allongement des fibres, ce qui est une chose fort différente); et le système descendant, qui produit l'accroissement en largeur; théorie qui n'a pas encore rencontré une seule contradiction sérieuse, et qui, loin de là, a eu l'assentiment de tous les savants consciencieux qui la connaissent.

» Je dis qu'elle n'a pas rencontré une seule contradiction sérieuse, messieurs, parce qu'en regard des faits si nombreux, si évidents et si concluants que je vous ai montrés, et de tous ceux que je produirai encore, je ne saurais considérer comme sérieuses les observations microscopiques qu'on leur oppose; parce que, pour détruire une théorie fondée sur des faits, il faut lui en opposer une fondée sur des faits contraires. Or, je n'en ai pas encore vu dans tout ce que vous a présenté M. de Mirbel, et je soutiens qu'il ne peut vous en montrer un seul.

» Les travaux d'un grand nombre de savants ont certainement eu une grande part à la théorie des mérithalles, car tous ces travaux, excepté ceux d'un seul peut-être (M. de Mirbel), renferment des observations importantes qui, par leur exactitude et la bonne direction dans laquelle elles ont été faites, viennent, pour ainsi dire, l'indiquer et même la corroborer. Mais, il faut bien le dire, aucun n'aurait directement le droit de la réclamer entièrement. Après Aubert du Petit-Thouars, qui en a semé les premiers germes scientifiques, et auquel il me paraît juste d'en faire hommage; après MM. Lindley et Poiteau, qui en ont si savamment émis, propagé et défendu les prin-

cipes fondamentaux; c'est M. Meneghini qui, par sa loyale et savante adhésion, me paraît y avoir pris la plus grande part.

» Mais, je le redis, cette théorie m'appartient; c'est moi qui l'ai présentée dans sa généralité, et c'est sur moi seul que doivent tomber les critiques de ceux qui refusent de l'admettre, et non sur Aubert du Petit-Thouars, qui n'est plus là pour se défendre et repousser même les louanges, souvent amères, qu'on lui refusait de son vivant et qu'aujourd'hui on se plaît à lui adresser.

» Laissons donc Aubert du Petit-Thouars reposer en paix, car il a noblement rempli sa tâche.

» S'il s'est trompé quelquefois, souvent même dans l'appréciation des beaux et nombreux faits qu'il a découverts, n'a-t-il pas eu des imitateurs (1)? Quel homme, quel anatomiste, quel savant oserait, en jetant un coup d'œil en arrière sur ses premiers travaux, reprocher à cet homme illustre, le second après Malpighi, les erreurs qu'il a pu commettre, et que, comme tant d'autres, il n'a pas eu le temps de reconnaître et de réformer lui-même?

» Ne le citons donc plus que pour signaler toutes les vérités qu'il a dévoilées, et redire bien haut les services immenses qu'il a rendus à la science, sinon en ouvrant les voies de l'anatomie directe et aujourd'hui la seule utile, puisque cet honneur revient aux premiers essais de Malpighi (2), du moins en les élargissant et en leur donnant une nouvelle et meilleure direction.

» Aubert du Petit-Thouars a, sans nul doute, jeté les premières bases de

---

(1) Chez lui, l'erreur est souvent dans l'interprétation, jamais dans l'observation; mais chez beaucoup d'autres, elle est dans l'observation, dans l'interprétation, partout.

(2) Celui qui ouvre une nouvelle voie d'exploration, alors qu'il ne ferait que l'indiquer faiblement et d'une manière très-imparfaite, n'en est pas moins l'inventeur. A ce titre, Malpighi est incontestablement le père de l'anatomie générale des végétaux.

On pourra me dire que ses essais en ce genre ne sont que des ébauches partielles, irrégulières, insuffisantes, etc.

A cela je répondrai qu'il a semé les premiers germes de cette science, et qu'en indiquant la direction qu'il fallait suivre pour arriver au but, c'est exactement, à mon avis, comme s'il l'avait atteint; il ne lui a manqué que du temps. S'il n'eût été resserré dans les limites trop étroites de la vie, il eût certainement achevé ce qu'il a si bien commencé.

Celui qui termine une œuvre ne sera jamais, quoi qu'il fasse, l'égal de celui qui la conçoit; tout le mérite est dans l'idée, et, pour moi du moins, entrevoir le premier, c'est presque voir entièrement.

D'ailleurs, quels sont donc les grands travaux généraux, achevés et parfaits, qu'on pourrait opposer à ma manière de voir?

quelques-unes des parties de la théorie des mérithalles, par ses anatomies et par mille autres travaux exécutés sous l'empire d'un génie que, de son vivant, on s'est vainement efforcé de méconnaître; travaux que loyalement aujourd'hui on avoue avoir combattus, *plus par sentiment que par expérience!...* Mais, s'il ne s'agissait que de l'accroissement en diamètre des tiges par descension des tissus ligneux, accroissement établi sur des faits isolés et sans démonstrations, il nous faudrait remonter bien plus haut que les premiers travaux d'Aubert du Petit-Thouars, qui pourtant occuperont toujours le premier rang, et citer encore, indépendamment de ceux de de la Hire et de tous les anatomistes qui, même sans le connaître, l'ont suivi de près, ceux d'une foule d'observateurs des temps anciens.

» Nous savons tous que c'est de 1798 à 1801, qu'Aubert du Petit-Thouars fit l'importante découverte de l'accroissement ligneux de haut en bas, et tous nous connaissons l'heureux parti qu'il tira de ce fait immense dans ses nombreuses et savantes publications.

» La théorie de l'accroissement en diamètre des tiges des Monocotylés et Dicotylés par descension est donc une propriété qui lui est complétement acquise, que nul ne pourra lui enlever et dont toute la gloire lui revient.

» De la Hire, avant lui, avait bien parlé de ce fait, mais il s'était borné à l'indiquer.

» Aubert du Petit-Thouars qui, à l'insu de tout ce qu'on avait écrit sur ce sujet, l'a aussi découvert, ne s'est pas borné à cela, puisqu'il l'a démontré, par de nombreuses expériences, sur tous les végétaux ligneux, et qu'il a établi sur ce point une nouvelle doctrine phytologique.

» Rien, d'ailleurs, ne prouve que de la Hire ait découvert la cause de l'accroissement en diamètre des tiges par descension; car, comme il le dit lui-même, ce phénomène avait été avancé par de très-savants philosophes (1).

---

(1) « Je suis persuadé, dit de la Hire, que chaque branche qui sort d'une autre à son extrémité ou de l'aisselle d'une feuille est une nouvelle plante semblable et de même espèce que celle où elle est, laquelle est produite par un œuf qui y est attaché.

» Ce système de l'accroissement des arbres et des plantes par des générations toujours nouvelles, lequel a été avancé par de très-savants philosophes, paraît bien confirmé dans les greffes en écusson qui ne contiennent qu'un œuf de la plante ou de l'arbre. Et lorsque le germe de cet œuf est attaché à une tige, il n'y a que la branche qui pousse au dehors; car pour la racine, elle se confond avec la branche en poussant entre son bois et son écorce, ce qu'on remarque dans quelques arbres en les coupant, etc. » (*Mémoires de l'Académie*, 1709, page 233.)

» Le savant phytologiste, dont je viens ici contester les derniers travaux, prétend aujourd'hui que les Dattiers, les *Dracæna*, les *Chamærops* et les Broméliacées sont exogènes.

» Mais s'il n'a eu pour but que de prouver que les végétaux monocotylés qu'il cite, et ceux qu'il ne cite pas, sont exogènes, il pouvait fort bien s'affranchir de cette tâche pénible, puisque tous les travaux de du Petit-Thouars, de Moldenhawer, de MM. Lindley, Poiteau, Link, Corda, Unger, Hugo Mohl, Meneghini et ceux de presque tous les bons anatomistes, même les miens, n'ont presque rien laissé à désirer sur ce point, puisque les Notes que j'ai successivement lues devant l'Académie, de 1843 à 1844, à la suite de ma première protestation, n'ont pour ainsi dire pas eu d'autre motif; que, dans ces Notes, cette vérité a été proclamée ou démontrée presqu'à à chaque page, et que, conséquemment, longtemps avant la lecture de son dernier Mémoire, ce fait avait la force d'un axiome.

» Dans mes Notes, comme dans mes précédentes publications, je me suis surtout attaché à respecter les noms et les opinions de ceux qui nous ont devancés dans la science. J'ai justement pensé, je crois, qu'il était surtout fort inutile de faire intervenir dans ce qui, selon moi, devait être une discussion, les opinions des hommes qui ne sont plus.

» J'ai dit, montré et décrit les faits, sans prononcer les noms, sans même faire intervenir celui de l'auteur célèbre et si justement regretté, de la théorie des exogènes et des indogènes, dont la cendre, encore chaude pour nous, m'a semblé devoir être religieusement respectée.

» Mes Notes s'adressent aux savants pour qui les choses et les noms sont familiers, et non aux hommes du monde pour qui les choses n'ont généralement que la valeur des noms.

» J'ai cherché à faire de la science et non l'histoire de la science. Celle-ci viendra un peu plus tard.

» Alors je pourrai librement parler des Malpighi, des Grew, Halles, Bonnet, Duhamel, Knight, Mustel, Darwin, Hill, Daubenton, Desfontaines, de Candolle, Aubert du Petit-Thouars et peut-être cent autres encore, sans compter les hommes vivants, qui par leur génie, leurs innombrables travaux et les sublimes efforts qu'ils ont faits pour servir la science, ont si bien mérité notre reconnaissance et notre admiration (1).

---

(1) Le but que je me suis proposé, en traitant ce sujet, a été de mettre en relief les découvertes organographiques et physiologiques de chacun de ces hommes célèbres, et de montrer la fâcheuse influence de quelques-unes des idées trompeuses qui les ont dirigées. Au nom-

» Aussi, jamais un reproche ni un blâme ne sortiront de ma plume: je partirai de ce principe accepté de tout le monde, que tous ces hommes avaient le désir de bien faire; et que ceux-là qui ont le moins bien réussi, tout en travaillant beaucoup, sont plus à plaindre qu'à blâmer.

» Jamais surtout on ne trouvera, dans ce travail, une critique sévère et cauteleuse, une expression ambiguë ou dérisoire plus ou moins bien déguisée, par la forme, sous l'apparence de la plus exquise urbanité; un mot amer ou dur caché sous des paroles douces et onctueuses; ni, pour tout dire enfin, une intention de blesser ou de nuire, sous le masque trompeur d'une affectueuse bienveillance. Je donnerai aux bons travaux la valeur et tout le relief qu'ils méritent et laisserai dans l'oubli ceux qui ne valent pas la peine d'être cités ou qu'il serait dangereux de remettre en mémoire; et j'en connais beaucoup de cette dernière catégorie.

» Je dirai la vérité partout et pour tous et ne m'exposerai jamais à m'entendre dire « que je n'indique pas toujours le but où se dirigent mes coups (1). »

» Mais enfin, le savant qui, en 1843 et 1844, a si sévèrement attaqué mes travaux, reconnaît aujourd'hui que les végétaux monocotylés se développent et s'accroissent comme les dicotylés, sont exogènes; c'est un aveu capital qu'il faut se hâter de constater, tout en regrettant seulement que, sous ce rapport, il soit arrivé le dernier.

» Le nouveau travail de notre savant confrère n'étant que la continuation de celui qu'il a publié en 1843, ses idées, à quelques modifications près, étant les mêmes, nous pourrions nous en référer à nos Notes de 1843 et 1844, et surtout aux anatomies que, dès ce temps, nous vous avons montrées; anatomies qui conserveront toujours, tant qu'on ne les aura pas brûlées, leurs puissants caractères, et qui aujourd'hui sont suffisamment connues de tous les botanistes, et tellement positives, tellement claires, tellement concluantes, qu'on n'osera jamais les attaquer en face!

» Nous pourrions aussi nous abstenir de vous fournir de nouveaux faits et de nouveaux arguments, si le hasard n'avait fortuitement ou, pour mieux dire, providentiellement, mis dans nos mains une tige du même *Cordyline australis*, qui a servi de base au dernier Mémoire de M. de Mirbel, et que

---

bre de ces fausses idées, se trouveront tout naturellemeut celles qui se rattachent à cet être de raison connu sous le nom de *cambium*, nom funeste auquel il faut attribuer toutes les erreurs qui se sont commises, et les entraves qui, depuis bientôt deux siècles, ont incessamment arrêté la marche de la science.

(1) Aubert du Petit-Thouars, *Treizième Essai*, page 24.

nous allons pour ainsi dire charger de répondre pour nous; de contester et détruire, une à une, toutes les assertions avancées par ce savant sur l'organisation de cette plante; si, de plus, le zèle éclairé d'un honorable et très-savant botaniste étranger, ami passionné de la vérité, ne nous avait déjà fourni quelques-unes des expériences que nous l'avons prié de faire sur les *Dracæna*, qu'il s'est empressé d'exécuter, et que nous allons décrire et faire passer sous vos yeux.

» Commençons dès aujourd'hui nos réfutations en disant que le végétal qui va nous occuper n'est pas un *Dracæna;* que les véritables *Dracæna* se distinguent par des ovaires à trois loges uniovulées (1) et conséquemment par des fruits à trois loges unispermées, et que ses graines, généralement très-grosses, sont recouvertes par une enveloppe membraneuse, flavescente ou rougeâtre (2); tandis que la plante dont il est ici question, et qui, en effet, portait anciennement le nom de *Dracæna australis,* a, en outre d'une foule d'autres caractères essentiels qui lui sont propres et qui la séparent nettement des *Dracæna,* des ovaires également à trois loges (ce qui est un caractère essentiel des Monocotylés), mais multiovulées; des graines nombreuses dans chacune de ces loges, fort petites, anguleuses et denticulées à la base de leur angle interne ou hile, à enveloppe extérieure (*testa*) scléreuse, noire, luisante, cassante et même très-friable.

» Ces plantes se distinguent surtout des vrais *Dracæna* par tous leurs caractères de végétation et d'organisation, et spécialement par ceux de leur germination.

» En effet, tandis que les graines des véritables *Dracæna* germent comme celles des Palmiers (3); les graines du prétendu *Dracæna australis* germent comme celles des *Dianella,* ou, pour me servir d'un exemple connu des cultivateurs, même des plus humbles jardiniers, comme celles des *Allium Cepa, Porrum,* etc. (4).

» Tous les botanistes savent donc aujourd'hui que cette plante n'appartient même plus au groupe des *Dracæna,* et qu'elle formera l'une des sections qui résulteront du démembrement de l'ancien genre *Cordyline* de Commerson, nom sous lequel nous la désignerons encore ici, en attendant un

---

(1) *Voy.* Gaudichaud, *Botanique de* la Bonite, *Pl. I, fig.* 3, 11, 25.
(2) *Voy.* Gaudichaud, *Botanique de* la Bonite, *Pl. I, fig.* 19 et 20.
(3) *Voy.* Gaudichaud, *Botanique de* la Bonite, *Pl. I, fig.* 23 et 24.
(4) *Voy.* Gaudichaud, *Organographie, Pl. V, fig.* 13.

travail général que prépare et que publiera sans doute bientôt l'un de nos savants confrères (1).

» Enfin, les *Cordyline* que j'ai été à même d'observer ont tous des souches tubéreuses, charnues, dont quelques-unes mêmes (*Cordyline terminalis*) sont comestibles, souches d'où partent des racines généralement très-grêles et presque fibreuses (2); tandis que dans les véritables *Dracæna*, les racines sont ligneuses, s'accroissent comme celles des Dicotylés, et peuvent même acquérir les plus fortes dimensions.

» Ajoutons encore que, dans le *Dracæna draco*, les fibres de la région centrale sont courtes et très-rameuses, alors que celles de la même région, dans le *Cordyline australis*, sont allongées et généralement simples.

» Il n'y a donc ni en botanique, ni en organographie, ni même en anatomie, aucun rapprochement possible à établir entre les *Dracæna* et les *Cordyline*, si ce n'est toutefois dans les causes qui produisent leurs développements, puisque ces causes (ces forces, ces facultés, ces puissances, comme on voudra les nommer, car une abstraction vaut l'autre), sont partout les mêmes: dans les végétaux herbacés comme dans les végétaux ligneux; dans l'*Allium porrum* comme dans le *Dracæna draco;* dans le *Scilla nutans* comme dans le Dattier; dans le *Poa annua* comme dans le plus énorme *Bambusa*, etc.

» M. de Mirbel a donc commis une grave erreur en confondant les *Cordyline* avec les *Dracæna*, et en cherchant à expliquer l'organisation des premiers par l'organisation des seconds. Il y a, pour moi, autant de différence entre un *Dracæna* et un *Cordyline*, qu'entre un Chêne et un Noisetier.

» Une erreur qui tombe de si haut serait funeste à la science, si nous ne nous empressions de la signaler aux savants qui ne sont pas en position de vérifier par eux-mêmes, et qui ont contracté l'habitude d'adopter de confiance tous les travaux que nous leur soumettons.

» A ce sujet, je rappellerai à ces savants, qui sont éloignés des centres scientifiques, des serres et des herbiers, les principes que j'ai posés et que je représente ici sous une nouvelle forme :

» 1°. Les causes qui produisent les développements divers, en hauteur et en largeur, sont partout les mêmes dans les végétaux franchement vasculaires et probablement dans tous.

---

(1) J'avais commencé ce travail; mais, ayant appris que notre très-savant confrère M. Ad. Brongniart s'en était chargé, j'y ai naturellement renoncé.

(2) Il serait utile d'indiquer ces faits et leurs modifications dans les caractères génériques.

» J'ai suffisamment expliqué ces causes.

» 2°. Quoique tous ces végétaux soient soumis aux mêmes causes de développement, chaque groupe naturel a sa modification spéciale, sa nuance à part, en un mot son type particulier d'organisation.

» Il leur suffira donc d'être au courant des caractères botaniques des groupes divers pour ne jamais confondre leurs caractères anatomiques; car les derniers sont toujours en rapport avec les premiers, à tel point même que bientôt on les introduira dans les phrases génériques.

» Quand je dis que tous les végétaux vasculaires sont soumis aux mêmes causes de développement, il est bien entendu que ce sont tous ceux que j'ai été à même d'étudier, et dont le nombre est assez grand, et que je ne puis juger des autres que par analogie.

» Nous n'étudierons et ne verrons même jamais, ni M. de Mirbel ni moi, tous les végétaux vasculaires; on sait, d'ailleurs, que j'en ai vu plus que notre savant confrère, et étudié au moins autant que lui.

» Si l'on ne généralisait qu'à cette condition de tout voir, il est clair qu'on ne généraliserait jamais.

» Les critiques, sur ce point, de notre savant confrère, toutes cachées qu'elles sont, ne m'ont point échappé; mais, comme on peut le voir, elles tombent à faux, et d'autant plus que, comme je le démontrerai bientôt, il adopte lui-même mes idées à ce sujet, en les modifiant il est vrai, ou seulement en en changeant les termes. Il n'a certainement pas eu l'intention de me dérober l'essence de mes modestes travaux. Jamais je n'admettrai cela; mais ce que je puis admettre, parce que cela m'est complétement démontré, c'est que, sous ce rapport, comme sous beaucoup d'autres, il y a eu distraction de sa part. Or, ces distractions étant dangereuses pour moi, je les signalerai partout et toujours. »

Réponse de M. DE MIRBEL *à* M. Gaudichaud.

« Après la lecture de ce Mémoire, M. de Mirbel dit à M. Gaudichaud: Vous aviez annoncé à l'Académie que vous lui présenteriez très-prochainement un travail sur le *Dracœna.* J'étais avide de vous entendre. Vous connaissez sans doute ce que j'ai publié dernièrement sur cet arbre monocotylé, et sur un autre végétal si voisin du genre *Dracœna,* que pendant longtemps on l'a désigné sous le nom de *Dracœna australis.* Vous me devez cette justice que je vous ai écouté avec la plus religieuse attention; mais, à ma grande surprise, vous ne m'avez rien appris touchant le *Dracœna draco,* si ce n'est que

son ovaire n'est pas en tout point semblable à celui du *Dracæna australis*, ce qui est bon à savoir, sans doute; mais vous ne pouviez ignorer que ce n'était pas de cela qu'il s'agissait. On voulait apprendre de vous si les filets ligneux des Monocotylés naissent de la base des feuilles, et descendent vers les racines, ou si ces filets naissent des racines et de la périphérie interne du stype, pour aller s'attacher à la base des feuilles. Cette dernière manière de considérer les choses est la plus généralement admise, et je crois, la meilleure. L'autre appartient à M. du Petit-Thouars; mais vous avez modifié sa doctrine en admettant qu'une partie des filets monte et que l'autre descend. A mon sens, vous avez commis deux erreurs au lieu d'une, et j'ai sujet de croire que M. du Petit-Thouars, dont je suis bien loin de contester le mérite, ne vous eût pas pardonné la dernière. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — M. **Liouville** communique les résultats de quelques recherches concernant des questions de physique mathématique et d'analyse. Il s'exprime à peu près en ces termes:

« La première question dont je désire entretenir l'Académie est relative à l'équilibre de la chaleur dans un ellipsoïde homogène. On donne les températures à la surface; ces températures, fixes pour chaque point, varient d'un point à l'autre suivant une loi quelconque, et il faut en déduire les valeurs des températures permanentes pour les points intérieurs. On sait que, pour résoudre ce problème, M. Lamé a fait usage de coordonnées ou variables particulières, et a introduit en analyse certaines fonctions très-remarquables, dont chacune ne dépend que d'une seule des variables (*). J'ai eu depuis, dans d'autres circonstances, occasion de me servir de ces mêmes fonctions dont j'ai reconnu toute l'utilité. Quelques propriétés importantes que je leur ai trouvées permettent, en effet, de traiter avec succès diverses questions qu'auparavant on aurait pu regarder comme presque inabordables. M. Lamé, par son travail, a ainsi préparé, pour les géomètres, de puissantes ressources dont ils doivent être reconnaissants. Mais il est curieux de remarquer que, loin d'avoir simplifié la solution de la question spéciale à laquelle était consacré ce travail même (origine d'une féconde théorie), la marche savante suivie par l'auteur l'a, au contraire, compliquée beaucoup.

» Pour arriver, en effet, sans aucun artifice ni principe nouveau, à la solution demandée, observons qu'à chaque point de l'ellipsoïde on peut faire

(*) *Journal de Mathématiques*, tome IV, p. 126.

correspondre un point d'une surface sphérique de rayon égal à l'unité, les coordonnées rectangles du second point étant égales à celles du premier, respectivement divisées chacune par le demi-axe de l'ellipsoïde qui lui est parallèle. Ainsi la fonction donnée qui représente la loi des températures à la surface de l'ellipsoïde peut être regardée comme une fonction des deux angles qui déterminent la position d'un point sur la surface de la sphère. Par suite, elle peut être développée en une série $Y_0 + Y_1 + \ldots + Y_n + \ldots$ ou ΣY_n du genre de celles de Laplace. Le terme général Y_n de cette série si connue peut, d'ailleurs, s'exprimer par une fonction entière, du degré n, des coordonnées rectangulaires x, y, z, relatives à la surface de l'ellipsoïde. Enfin il est aisé de voir qu'on peut trouver un polynôme V_n, aussi de degré n, qui satisfasse à la fois à l'équation indéfinie

$$\frac{d^2 V_n}{dx^2} + \frac{d^2 V_n}{dy^2} + \frac{d^2 V_n}{dz^2} = 0$$

pour tout point de l'espace, et à la condition $V_n = Y_n$ à la surface. La formule générale des températures sera dès lors $u = \Sigma V_n$.

» Non-seulement cette solution est bien plus simple que celle de M. Lamé, mais, en outre, on peut aisément démontrer la convergence des séries employées, ce que M. Lamé n'a pas même essayé de faire, sans doute à cause de la complication de sa formule finale, qui pourtant au fond doit revenir et revient en effet à la nôtre. Voici à ce sujet une méthode générale, qui repose, en quelque sorte, sur une idée physique. Dans l'intérieur de notre ellipsoïde, la température permanente d'un point quelconque ne peut être évidemment ni un *maximum* ni un *minimum;* dans le premier cas elle diminuerait, et dans le second elle augmenterait par l'action des points environnants. Le *maximum* et le *minimum* ne peuvent être qu'à la surface, en sorte que les températures extrêmes qui y ont lieu servent de limites aux températures des points intérieurs. Or, soit pour un moment $Y_n + Y_{n+1} + \ldots + Y_{n+m}$ la loi des températures à la surface; la loi dans l'intérieur sera alors $V_n + V_{n+1} + \ldots + V_{n+m}$, et les valeurs de cette dernière quantité seront, d'après ce qu'on vient de dire, toutes comprises entre le *maximum* et le *minimum* de la première. Mais pour $n = \infty$, celle-ci est toujours infiniment petite, puisque la série ΣY_n est convergente; donc il en est de même de l'autre, et, par conséquent, la série ΣV_n est aussi convergente.

» Ce mode de démonstration, qu'il est aisé de présenter d'une manière

purement analytique, est applicable à des corps de forme quelconque homogènes ou non; on peut même le généraliser et s'en servir pour prouver la convergence d'une foule d'expressions relatives à des intégrales d'équations linéaires ou même non linéaires très-différentes de celle qu'on vient de considérer.

» Ajoutons ici quelques mots pour éclaircir ce qui concerne les séries de M. Lamé. En regardant comme ne formant qu'un seul terme l'ensemble des termes de ces séries qui répondent dans le Mémoire de l'auteur à une même valeur de la lettre n, mais à différentes valeurs de B, et en faisant encore usage d'une sphère auxiliaire, on reconnaît d'abord qu'à la surface de l'ellipsoïde le développement employé par M. Lamé ne diffère pas au fond du développement ΣY_n de Laplace. Ainsi à la surface, la convergence a lieu pour la nouvelle série comme pour l'ancienne. Dans l'intérieur, elle a donc aussi lieu *à fortiori*, d'après le théorème général établi plus haut.

» Le caractère propre de l'analyse de M. Lamé consiste dans la décomposition en une somme de produits EE_1E_2 (où chaque facteur ne dépend que d'une seule variable) de l'intégrale de l'équation

$$\frac{d^2u}{dx^2}+\frac{d^2u}{dy^2}+\frac{d^2u}{dz^2}=0.$$

Mais les premières applications que j'en ai faites m'ont bien vite appris qu'il est indispensable de joindre aux fonctions E, E_1, E_2 une quatrième fonction qui satisfait à la même équation différentielle que E, mais qui est moins simple, puisqu'elle dépend d'intégrales elliptiques, tandis que E s'exprime algébriquement. Cette quatrième fonction se présente dans la question même que M. Lamé a traitée, dès qu'au lieu de rechercher la loi des températures permanentes dans l'intérieur de l'ellipsoïde, on recherche cette loi à l'extérieur, en regardant l'espace entier comme rempli d'une matière homogène. La fonction E ne peut plus être employée alors, et on doit la remplacer par celle que nous indiquons. C'est, du reste, sur l'emploi de cette fonction nouvelle que reposent les plus importants des théorèmes auxquels je suis parvenu, et en particulier ceux qui, se rapportant au développement du radical par lequel on exprime l'inverse de la distance de deux points, conduisent à une théorie des sphéroïdes elliptiques ou presque elliptiques analogue à celle des sphéroïdes presque sphériques de la *Mécanique céleste*.

» Par exemple, on résout sans peine, pour un ellipsoïde quelconque,

le problème de M. Gauss, relatif à la distribution, sur la surface, d'une matière attractive ou répulsive, avec la condition qu'en chaque point de cette surface le *potentiel* ait une valeur donnée. »

M. **Poinsot**, en offrant à l'Académie un exemplaire de l'ouvrage qu'il vient de publier, et qui a pour titre : *Réflexions sur les principes fondamentaux de la théorie des nombres*, s'exprime ainsi :

« Il nous a semblé que cet écrit, par les vues générales qu'il présente et les démonstrations variées qu'on y expose, pouvait servir tout à la fois à étendre la science et à perfectionner l'enseignement. Notre objet principal est d'approfondir la nature de la science mathématique, de reconnaître les vérités premières qui doivent en faire la base, et de rapprocher ces vérités par des démonstrations qui les rappellent toutes à leur commune origine. Cette origine est, comme je l'ai dit, dans la pure considération de l'*ordre*; mais, avant de présenter ces démonstrations nouvelles, tirées d'un si haut point d'abstraction et de généralité, j'y prépare insensiblement les jeunes lecteurs par des démonstrations d'un genre qui leur est plus familier, je veux dire, qui se lie de plus près à leurs notions ordinaires d'arithmétique et d'algèbre. J'avais jeté depuis longtemps (1) sur le papier ces démonstrations élémentaires, dans la seule intention d'éclaircir, pour quelques personnes, les premiers principes de la théorie des nombres, et de leur faciliter la lecture de plusieurs Mémoires que j'avais donnés sur cette importante matière. On m'a persuadé sans peine que ces premières démonstrations pouvaient aussi contribuer au perfectionnement de nos études mathématiques; et c'est dans ce double intérêt de la philosophie et de la doctrine, que je donne aujourd'hui ce travail, en priant toutefois les géomètres de le recevoir avec indulgence. »

RAPPORTS.

GÉOLOGIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. **Pierre de Tchihatcheff**, *relatif à la constitution géologique de l'Altaï.*

(Commissaires, MM. Ad. Brongniart, Dufrénoy, Élie de Beaumont rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Adolphe Brongniart, Dufrénoy et moi, de lui faire un Rapport sur un Mémoire que M. Pierre de Tchihatcheff lui a

(1) 1813, 1815 et 1817.

présenté le 25 novembre dernier, concernant la constitution géologique de l'Altaï.

» Ce Mémoire est le résultat d'un voyage que M. de Tchihatcheff a fait en Sibérie pendant l'année 1842. L'auteur a principalement consacré ses recherches à l'Altaï, l'un des groupes montagneux les plus considérables et les moins connus de ces vastes contrées. Il a parcouru dans toutes ses parties l'Altaï russe, ainsi que la partie adjacente des montagnes Sayanes. Les relations diplomatiques existantes entre la Russie et la Chine ne lui ont pas permis de voyager officiellement sur le territoire du Céleste Empire; cependant, en parcourant les déserts montagneux dans lesquels viennent se toucher les deux plus vastes empires du globe, il lui est arrivé de franchir la frontière, sans le savoir d'abord, et de descendre dans des vallées habitées par des tribus de Soyons, soumis à la cour de Peking. C'est dans cette excursion aventureuse que le 8 juillet 1842, l'auteur a observé l'éclipse de soleil près des bords du Karasoulouk. L'Académie peut se rappeler que M. de Humboldt lui a fait connaître les circonstances météorologiques singulières qui ont accueilli la caravane de M. de Tchihatcheff dans ces hautes et froides régions où ses tentes ont été couvertes de neige, et où il a traversé des lacs sur la glace, dans le moment le plus chaud de l'année.

» Les vallées dans lesquelles il est descendu, et dont il a relevé la topographie, sont celle du grand Alach et celle du Kemtchik. Ce dernier torrent, dans lequel le grand Alach se jette, forme la source occidentale du fleuve Yenisseï, connu dans ce pays, ainsi que chez les Chinois, sous le nom d'Ouloukem.

» Cette source du fleuve Yenisseï est située à peu de chose près sur la ligne la plus courte de Moscou à Peking, et environ aux trois cinquièmes de cette ligne, c'est-à-dire à 3600 kilomètres (3 380 verstes) environ à l'est de Moscou, et à 2 400 kilomètres (2240 verstes) à l'ouest-nord-ouest de Peking. Elle se trouve presque exactement à la même distance (2 340 kilomètres ou 2 190 verstes) au nord-nord-est de la haute vallée du Spiti, où Victor Jacquemont, douze ans auparavant, avait franchi, et de même sans le savoir, les frontières de l'Empire Céleste (1).

---

(1) Confluent du grand Alach et de Kemtchik, latitude 51° 30′ nord, longitude 87° 30′ est. Point le plus septentrional où Victor Jacquemont se soit avancé dans la vallée du Spiti, latitude 32° 15′ nord, longitude 75° 51′ est de Paris. L'arc qui joint ces deux points est de 21° 3′ 30″, équivalent en nombres ronds à 2340 kilomètres ou 2190 verstes. (*Voyez* Victor Jacquemont, *Voyage dans l'Inde,* tome II, in-4°, page 356. *Voyez* aussi *Correspondance de Victor Jacquemont,* Lettres XXXIII, XXXIV et XXXV.)

» Telles sont les dimensions, égales presque à trois fois la longueur de la France, que conserve encore cette grande *Terra incognita* chinoise sur laquelle les recherches consignées par M. de Humboldt dans son admirable ouvrage sur l'*Asie centrale* répandent déjà tant de lumières.

» Ces lumières, fruits de la plus vaste érudition éclairée par la connaissance la plus approfondie de toutes les sciences naturelles, préparent un intérêt tout particulier aux recherches des naturalistes qui, sans dépasser des limites que les Européens ne peuvent franchir qu'à la dérobée, s'appliquent du moins à leur contour immédiat. Déjà la circonstance géographique dont nous parlons a donné une importance toute spéciale aux explorations que MM. de Humboldt, Ehrenberg et Gustave Rose ont faites en 1829 sur les bords du haut Irtysch, elle rehaussera aussi le prix des efforts de leurs continuateurs, et nous ne craindrons pas de donner au présent Rapport une étendue suffisante pour mettre l'Académie à même de juger si l'auteur du Mémoire que nous analysons a dignement marché sur leurs traces en étendant ses recherches plus à l'est dans toute la largeur de l'Altaï.

» M. de Tchihatcheff a joint à son Mémoire une épreuve déjà gravée sur pierre, et coloriée géologiquement, d'une carte générale de l'Altaï et d'une partie des monts Sayanes. Cette carte, dressée à l'échelle de $\frac{1}{1000000}$ ou de 1 millimètre par kilomètre, s'étend du 70e au 90e degré de longitude à l'est de Paris, et du 49e au 56e degré de latitude boréale. Elle embrasse un espace d'environ 700 kilomètres de l'est à l'ouest, et de 800 kilomètres du nord au sud, et de près de 500 000 kilomètres carrés, c'est-à-dire presque aussi grand que la France.

» Les points extrêmes de cet espace sont Semipalatnisk, Tomsk et Krasnoyarsk. Le beau lac de Téletzk, long à lui seul de 70 kilomètres, c'est-à-dire plus grand que le lac de Genève, en occupe la partie centrale. Cet espace s'appuie sur la frontière chinoise depuis l'Irtysch jusqu'au mont Chabina-Dababane, dans la chaîne Sayane, sur une longueur de plus de 600 kilomètres. Il dépasse même cette frontière dans la partie où l'auteur a réussi à la franchir, de manière à embrasser la vallée chinoise du grand Alach, et une partie de celle du Kemschick, ainsi que le lac Kara-Kal. Il comprend toutes les sources du fleuve Ob, et s'étend entre les rives de l'Irtysch et du Yenisseï, qui l'un et l'autre prennent leur source dans les possessions chinoises, pour se diriger vers la mer Glaciale, à travers les vastes plaines sibériennes. Il est arrosé, en outre, par plusieurs rivières, telles que la Bouhhtarma, l'Aleï, l'Aryhhyte, la Tchouya, l'Abakane, le Tchoumyche, l'Inia, le Tome, qui, par le développement de leur cours et par le volume de leurs eaux, peuvent être assimilés à de grands fleuves.

» Cet espace, en grande partie montueux, comprend toute la partie russe des monts Altaï, ainsi que l'Alataou, qui peut être regardé comme un rameau de l'Altaï, dirigé au nord et ensuite au nord-ouest; il comprend aussi une partie des monts Sayanes, qui peuvent être considérés comme le point de départ de ses rameaux les plus orientaux.

» Vers le sud, le massif de l'Altaï s'étend dans les provinces chinoises, où M. de Tchihatcheff ne l'a pas suivi. Le nom d'Altaï, comme l'a si bien expliqué M. de Humboldt, est employé avec des significations très-diverses et avec un degré de généralité très-variable. M. de Humboldt qui, dans son *Asie centrale,* l'a souvent employé dans sa signification la plus large, le resserre aussi quelquefois dans des limites beaucoup plus étroites. C'est dans ce sens qu'il dit que l'Altaï, à l'ouest du lac de Téletzk et au nord de la Bouhhtarma, a une *area* de 135 803 kilomètres carrés (4 400 lieues carrées). Cette surface, à peu près quadruple de celle de la Suisse, ne comprend ni le grand contrefort de l'Alataou, ni les chaînons qui se rattachent aux montagnes Sayanes, ni aucune des échancrures occupées par les plaines diluviennes. C'est l'Altaï russe proprement dit, qui n'occupe guère que le quart de l'espace figuré par M. de Tchihatcheff, lequel embrasse, comme nous l'avons déjà indiqué, le rameau de l'Alataou, qui s'avance au nord jusqu'à Tomsk.

» L'Altaï russe se présente comme un massif très-montagneux formant un demi-cercle irrégulier dont la concavité est tournée à l'ouest. On peut se le représenter, ainsi que l'a déjà dit M. de Humboldt, comme un cap énorme tenant par son extrémité méridionale au continent des terrains anciens de l'Asie centrale et entouré de tous les autres côtés par une vaste mer de dépôts diluviens. Cette comparaison conserverait encore une partie de sa justesse, si l'on comprenait dans la dénomination d'Altaï toute la portion du fleuve Yenisseï figurée dans la carte que M. de Tchihatcheff a jointe à son Mémoire et appartenant déjà au système des monts Sayanes, parce qu'il est probable que la lisière des dépôts dévoniens qui borde ce fleuve se trouve séparée des roches solides de la Sibérie orientale par un espace couvert de dépôts diluviens.

» La montagne la plus élevée de l'Altaï est la *Belouhha,* nommée aussi les *colonnes de Katoune,* que M. de Tchihatcheff place seulement à quelques myriamètres plus à l'ouest que ne l'avait fait M. de Humboldt dans sa belle carte des chaînes de montagnes et des volcans de l'Asie centrale.

» M. de Tchihatcheff lui attribue une hauteur de 12 000 pieds (3898 mètres), mais M. de Humboldt lui assigne seulement celle de 1720 toises (1),

---

(1) HUMBOLDT, *Asie centrale*, t. I, p. 263 et 268.

(3352 mètres), c'est-à-dire la hauteur du mont Perdu, la seconde cime des Pyrénées.

» Les Pyrénées n'offrent pas de glaciers proprement dits. L'Altaï, quoique situé sous une latitude plus septentrionale et sous un climat beaucoup plus froid, mais à la vérité beaucoup plus sec, n'offre lui-même, d'après M. de Tchihatcheff, que des glaciers d'une assez médiocre importance. Ils y sont même extrêmement rares, puisqu'on n'y connaît jusqu'à ce jour que ceux des *colonnes de Katoune* ou de la *Belouhha*, où M. Gelber fut le premier à les signaler. Ces glaciers s'annoncent de loin par les circonstances qui les révèlent d'ordinaire aux voyageurs : les eaux qu'ils versent dans la rivière de Katoune sont laiteuses et troubles comme celles des torrents alimentés par les glaciers des Alpes, de la Suisse et de la Savoie.

» L'Altaï, pris dans son ensemble, et sauf quelques exceptions locales, est assez peu pittoresque, et il paraît que cet aspect monotone est assez général dans les montagnes de l'Asie centrale; car Victor Jacquemont, en parcourant les hautes régions de l'Himalaya, se plaignait aussi de leur uniformité et regrettait souvent les beaux aspects de nos Alpes.

» En général, dit M. de Tchihatcheff, un des traits dominants de la configuration extérieure de l'Altaï consiste, non-seulement en une certaine disposition, en forme de terrasses, des grandes masses qui le composent, mais encore en un certain arrondissement des contours qui circonscrivent ces dernières et qui n'en font qu'autant d'intumescences plus ou moins considérables.

» De là, surtout dans l'Altaï oriental, le développement à perte de vue de ces contours adoucis, de ces lignes droites et sans vie qui fatiguent si fort le regard du voyageur, et qui ont quelquefois rappelé à M. de Tchihatcheff le caractère également monotone dont se trouve empreinte la *Sierra Nevada*, en Espagne, qu'il avait déjà visitée dans un de ses nombreux voyages antérieurs (1).

» La cause fondamentale de cette mollesse de contours se trouve, d'après M. de Tchihatcheff, dans la grande prédominance des roches schisteuses dans l'Altaï. On sait, en effet, que, même dans les Alpes, des contours arrondis sont généralement le partage des contrées formées exclusivement de roches

---

(1) M. Pierre de Tchiahatcheff a publié un *Coup d'œil sur la constitution géologique des provinces méridionales du royaume de Naples,* accompagné d'un carte géologique et suivi de quelques notions sur Nice et ses environs; in-8°. Berlin. Schropp, 1842.

schisteuses peu solides : ces roches sont sujettes à produire partout l'un des types orographiques qu'on rencontre le plus souvent dans l'Altaï : de grands plateaux à sommets planes et déprimés, qui, à leur tour, donnent naissance à l'un des phénomènes les plus caractéristiques de ces contrées, savoir, la fréquence de vastes nappes de marais couvrant des surfaces élevées et rappelant sur une plus grande échelle les *fagnes* de l'Ardenne et de l'Eifel.

» Cette monotonie générale n'empêche pas que l'Altaï, dans sa vaste étendue, ne présente une foule d'accidents locaux qui se rattachent généralement à la présence de roches variées. M. de Tchihatcheff les a recherchées et décrites avec soin, en appuyant ses travaux sur ceux des voyageurs qui l'avaient précédé, sur les anciennes investigations de Pallas, et bien plus directement encore sur celles de MM. de Humboldt et Gustave Rose. Il a profité aussi de celles de MM. Gmelin, Gelber, Schangin, Bunge, Ledebour, Erman, dont les noms si justement célèbres sont souvent cités dans son Mémoire.

» M. de Tchihatcheff commence la description des roches de l'Altaï par celle des roches éruptives. Il a rencontré dans ces montagnes des *granites*, des *syénites*, des *diorites*, des *porphyres*, des *mélaphyres* et des *serpentines*.

» Sous le point de vue oryctognostique, les granites de l'Altaï peuvent être rapportés à trois variétés différentes, savoir : 1° granite syénitique ou syénite véritable; 2° granite normal à grains plus ou moins gros, rougeâtre ou blanchâtre, passant quelquefois au leptynite; 3° granite porphyroïde.

» Ces diverses variétés proviennent peut-être d'éruptions d'âges différents.

» Le granite blanc, souvent lié à des masses isolées de quartz très-blanc, est celui qui présente, par sa disposition habituelle en filons, les caractères éruptifs les plus prononcés.

» Bien que le domaine granitique de l'Altai n'ait été exploré géologiquement, dit M. de Tchihatcheff, que sur des points bien peu nombreux, et que par cette raison, il soit prématuré de se prononcer dès aujourd'hui sur son âge et ses relations avec les formations adjacentes; toutefois, les observations que l'on possède à cet égard suffisent déjà pour constater la nature éminemment éruptive qui caractérise cette roche dans plusieurs localités très-éloignées les unes des autres. C'est ainsi que sur les rives de la Katoune comme sur celles du Tchoulichmane (et nommément près de l'embouchure de la Tchoultcha dans ce dernier), on voit les masses granitiques renfermer dans leur pâte des fragments de grauwacke. De même, dans les environs du village Sogra (situé non loin de la ville d'Oust-Kamenogorsk), on voit des

filons de granite très-réguliers traverser le micaschiste. Enfin, parmi une foule d'autres localités qui attestent la postériorité des granites relativement aux roches sédimentaires, M. de Tchihatcheff rappelle les belles observations de MM. de Humboldt, G. Rose et Ehrenberg, sur le granite de l'Irtysch recouvrant en masses horizontales les couches verticalement redressées du thonschiefer (1).

» Les roches dioritiques, assez répandues dans l'Altaï, se trouvent particulièrement groupées: 1° au nord-nord-est, nord-est et nord-nord-ouest du lac de Téletzk; 2° le long de la pente sud-ouest de la chaîne de l'Alataou; 3° le long de la pente nord-est de la chaîne de Salaïr.

» L'état actuel de nos connaissances ne permet pas à l'auteur de décider si ces masses dioritiques sont toutes du même âge. Il lui semble cependant probable que les diorites, de même que les syénites ou granites syénitiques, appartiennent dans l'Altaï à plusieurs époques différentes, car on trouve quelquefois des fragments de granite dans le diorite qui coupe, d'ailleurs, le granite sous forme de filons; mais on trouve aussi des fragments de diorite dans le granite syénitique de la Katoune: les diorites les plus anciens seraient probablement antérieurs aux porphyres quartzifères, tandis que les plus modernes seraient postérieurs à tous les porphyres de cette catégorie.

» On trouve dans l'Altaï deux espèces de roches porphyriques:

» 1°. Un porphyre quartzifère et amphibolique;

» 2°. Un mélaphyre.

» Les porphyres quartzifères et amphiboliques se trouvent surtout développés dans la contrée de Zméef, où ils forment la roche métallifère par excellence, et dans les Alpes de Korgone. Les porphyres de ces deux localités ont cela de commun, que leurs relations avec les terrains de transition s'y trouvent assez distinctement prononcées pour autoriser à admettre la postériorité des premiers à l'égard des derniers. A Zméef, on voit le porphyre former des couches ou filons très-réguliers dans le schiste argileux et chlorité, alternant avec des calcaires que leurs fossiles peuvent nous faire considérer comme appartenant au système dévonien. D'après M. Schangin, les porphyres de Korgone s'élèvent au milieu de masses calcaires corallifères, faisant probablement partie du même système, et ils en renferment des fragments, ainsi qu'on le voit dans les blocs porphyriques transportés à Kolyvane pour la fabrication des vases et autres objets d'ornement. Toutefois les por-

---

(1) *Reise nach dem Ural, Altaï*, etc., tome I, page 610.

phyres de Zméef paraissent se lier au granite; mais ceux de Korgone semblent d'une époque plus récente.

» Les localités où ces porphyres, surtout ceux qui paraissent les plus modernes, ont fait éruption, présentent un caractère particulier de dislocation et d'âpreté que l'auteur signale surtout dans les monts des Faucons (*Sokolnii-sopki*), près du village d'Afanino.

» Les porphyres pyroxéniques ou mélaphyres de l'Altaï, quelquefois amygdaloïdes, ont été observés par M. de Tchihatcheff sur les deux rives du torrent Djebach, près des sources de la Tchouya et du torrent Yanilou-Ayane, entre la rivière Abakane et son affluent le Tachlyp, sur les deux rives du Yenisseï, entre les villages Baïkalovo et Tesse, le long du torrent de Birikule, etc. D'autres observateurs en ont encore signalé dans des localités différentes.

» Ces mélaphyres, tous fort analogues entre eux sous le rapport de leur composition, paraissent être, comme les diorites les plus récents, postérieurs aux porphyres quartzifères.

» Parmi les roches éruptives de l'Altaï, M. de Tchihatcheff signale encore des serpentines; elles forment des masses coniques sur la rive droite de la Tchouya, où les calcaires et autres roches sédimentaires présentent dans leur voisinage des traces d'altération.

» Dans l'Altaï, les roches sédimentaires, percées par le granite, sont généralement dans un état métamorphique plus ou moins complet, qui se manifeste par un développement très-considérable de mica. Elles deviennent amphiboliques dans le voisinage des diorites. Les vastes et lourdes intumescences à formes arrondies qui constituent le type caractéristique des régions montagneuses de l'Altaï, sont souvent composées de grauwackes et de schistes, plus ou moins métamorphiques, et participant en quelque sorte de la nature de certaines roches dioritiques compactes, car l'albite et l'amphibole figurent souvent dans leur composition.

» Le gneiss est rare dans l'Altaï et ne se présente le plus souvent que comme une modification locale du granite.

» Les terrains stratifiés de l'Altaï se rapportent, pour la plupart, à cette grande classe de dépôts sédimentaires anciens qu'on a conservé l'habitude de comprendre sous la dénomination de *terrains de transition.*

» M. de Tchihatcheff embrasse dans la catégorie des terrains de transition : 1° ceux qu'il a cru devoir ranger dans les *systèmes silurien* et *dévonien;* 2° ceux qui, tout en se rapportant au grand type des terrains anciens, en

général, ne possèdent pas de caractères stratigraphiques ou paléontologiques assez prononcés pour qu'on puisse reconnaître à quel système ils appartiennent. Il désigne ces derniers, qui sont les plus étendus, sous le nom de *terrains anciens indéterminés*.

» Une des plus grandes difficultés qui s'opposent à ce qu'on puisse assigner la véritable place de ces terrains dans la longue série des dépôts paléozoïques inférieurs, provient des phénomènes si compliqués du métamorphisme qui, en effaçant complétement, comme l'a observé l'auteur, les caractères individuels des roches, jettent, pour ainsi dire, dans un même moule des masses d'origine et souvent de composition très-différentes. La nature minéralogique des roches qui constituent ces *terrains anciens indéterminés* est, au reste, très-simple, ce qui ne contribue pas peu au caractère de monotonie qu'elles impriment souvent à la physionomie du pays. Le thonschiefer, le calcaire et le quartz sont les types oryctognostiques qui y dominent. Le micaschiste, le hornstein, le schiste chloritique, la grauwacke, s'y rattachent comme autant de modifications locales, et on les voit passer aussi à certaines roches altérées, participant à la fois de propriétés si différentes et si confusément prononcées, qu'on ne peut les désigner autrement que par le nom très-général de roches *métamorphiques*.

» Tout en présumant que le *système silurien* de M. Murchison comprend une partie considérable des terrains anciens indéterminés de l'Altaï, M. de Tchihatcheff n'a cru pouvoir ranger pour le moment, avec quelque degré de probabilité, dans ce système, que les dépôts disposés sur la pente méridionale de la chaîne de l'Alataou. Selon MM. de Sokolovskoï et Frese, ces dépôts, fréquemment interrompus par des roches pyroxéniques et amphiboliques, ainsi que par des masses de granite et de syénite à grain et à texture très-variés, consistent principalement en calcaire noir et en schiste argileux qui deviennent plus ou moins siliceux et talqueux dans la proximité des roches éruptives. Ils renferment localement des dépôts de grès et de brèches calcaires, et passent à des grauwackes et à des roches métamorphiques. Les fossiles que M. le lieutenant-colonel de Sokolovskoï a recueillis dans les dépôts calcaires de ces contrées, et parmi lesquels il mentionne, entre autres, les *Terebratula prisca* et *gigantea*, semblent assigner à la région dont il s'agit une place dans le système silurien. C'est ce que M. Erman a déjà indiqué en ajoutant très-judicieusement que ce système pourrait bien offrir une grande extension dans le sens de cette portion de l'Alataou désignée par le nom de Tchoulyme. Toutefois M. de Tchihatcheff a observé,

dans la collection géologique de l'École impériale des Mines de Saint-Pétersbourg, un bel exemplaire de *Productus gigas*, dont l'étiquette prouve qu'il vient de ces régions et nommément des rives du Taïdane. Or ce brachyopode est particulièrement propre, comme on sait, au calcaire carbonifère.

» La portion de terrain que ses propres explorations autorisent M. de Tchihatcheff à ranger positivement dans le *système dévonien* n'offre qu'une étendue médiocre; il regarde cependant comme probable que ce système comprend une portion considérable des terrains anciens indéterminés de l'Altaï, surtout de l'Altaï occidental; mais il ne signale provisoirement dans l'Altaï que trois zones dévoniennes: celle de Zméef, celle de Tomsk, et enfin celle du Yenisseï, en observant même que cette dernière est encore sujette à quelques doutes.

» L'espace compris entre Zméef, le village d'Ekaterinenskaya et les grands dépôts diluviens qui forment la limite occidentale de l'Altaï, présente des caractères paléontologiques qui autorisent à le ranger dans le système dévonien (1).

» Les fossiles, pour la plupart plus ou moins dégradés, se trouvent dans un calcaire schisteux qui ne figure que comme membre subordonné dans la longue série d'alternances qui caractérise éminemment le bassin dévonien de Zméef. Ces alternances, où règne la conformité de stratification la plus par-

---

(1) Voici la liste des fossiles que M. de Tchihatcheff a recueillis dans les environs des mines de Zméef et de Tchérépanoff :

Calymene macrophtalma ;
Productus subaculeatus ;
Terebratula prisca ;
Terebratula, var. *explanata ;*
Orthis concentrica ;
Terebratula nova species, voisine de la *Terebratula ventilabrum ;*
Spirifer speciosus ;
Spirifer alatus ;
Spirifer Verneuili ;
Leptæna nova species, voisine de la *Leptæna lata ;*
Leptæna lata ;
Cyathophillum turbinatum ;
Gorgonia infundibuliformis ;
Tiges d'Encrinites ;
Fragments d'Orthocératites.

faite, sont composées des roches suivantes, qui, généralement, se succèdent de haut en bas dans l'ordre où elles sont nommées :

» *Porphyre, schiste argileux, porphyre quartzifère, schiste argileux, calcaire, porphyre quartzifère, schiste argileux, granite.*

» Les schistes qui alternent avec les porphyres, aux environs de Zméef, passent souvent au hornstein, fait qui présente de nombreuses analogies avec ce qui s'observe dans les montagnes du Forez et dans celles du Hartz.

» Près des usines de Tomsk, M. de Tchihatcheff a recueilli de beaux fossiles dévoniens (1) dans un calcaire gris cendré, le plus souvent fétide, qui occupe un bassin assez étendu. Ses caractères extérieurs n'auraient pas suffi pour le caractériser, car il offre, par son habitus extérieur, une telle analogie avec certains calcaires carbonifères du bassin de Salaïr, et nommément avec le calcaire de Botchate, que, sans l'examen des fossiles respectifs, il eût été difficile de ne point ranger l'un et l'autre dans le même système carbonifère. D'ailleurs les fossiles de Tomsk eussent pu également, dit M. de Tchihatcheff, convenir à ce dernier, si la présence de la *Calamopora polymorpha* n'eût pas protesté positivement contre cette classification, et assigné une place à ces dépôts de Tomsk dans le système dévonien.

» Ce n'est, comme nous l'avons déjà dit, qu'avec hésitation que M. de Tchihatcheff rapporte au système dévonien le terrain de grès et marne rouge et de calcaire gris des bords du Yenisseï. La stratification presque horizontale de ce terrain et la ressemblance que beaucoup de ses parties présentent avec le grès rouge, auraient pu motiver sa classification dans le système permien. Mais ces mêmes caractères le rapprochent des terrains des bords de la Lena, dans lesquels M. Erman a signalé des fossiles dévoniens.

» M. de Tchihatcheff a cru pouvoir reconnaître dans les roches stratifiées

---

(1) *Asaphus striatus ;*
Pileopsis proava ;
Enomphalus issedon ;
Solarium priscum ;
Calamopora fibrosa ;
Calamopora spongites ;
Calamopora polymorpha ;
Cyathophillum turbinatum ;
Petraca celtica ;
Ostrea mamillaris ;
Cyathophillum heleohthoides ;
Cyathophillum quadrigenium.

de trois localités différentes de l'Altaï, le *système carbonifère* ou du *mountain-limestone* de l'Angleterre, dont la présence a été si habilement constatée par MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling dans la Russie européenne. Ces localités sont les environs de Rydersk, ceux de Zyrianovsk et ceux de Salaïr.

» La région carbonifère de Rydersk est principalement composée d'argile schisteuse souvent associée à un grès feldspathique, passant soit à un schiste calcaire, soit au thonschiefer qui, à son tour, se rattache par des transitions insensibles au micaschiste et à des masses plus ou moins considérables de hornstein, et de calcaire compacte gris cendré plus ou moins pyriteux et assez régulièrement stratifié.

» Dans la région de Rydersk, M. de Tchihatcheff a recueilli des fossiles caractéristiques du système carbonifère près de la mine de Nicolas (située entre la rive gauche de l'Ouba et la mine de Talousk), et dans les environs des villages de Lozihha, de Tarahharesk, et de la mine de Rydersk (1).

» Les roches qui composent le bassin carbonifère de Zyrianovsk, qui n'est séparé que par une crête granitique de celui de Rydersk, consistent en calcaire gris plus ou moins schisteux, thonschiefer, et schistes talqueux et chloritiques renfermant des filons et des nids de hornstein métallifère, traversés quelquefois par d'autres filons de baryte sulfatée. Il n'y existe presque point de thonschiefer, ni de calcaires d'une composition normale. Ces deux roches passent si fréquemment et si insensiblement l'une à l'autre, ou bien se fondent si intimement, soit avec le schiste chloritique et talqueux, soit avec le hornstein, qu'une limite quelconque entre toutes ces roches deviendrait complétement illusoire.

» Dans le bassin de Zyrianovsk, M. de Tchihatcheff a encore recueili, particulièrement près du village de Talovka, des fossiles qui appartiennent évidemment aux espèces carbonifères (2).

---

(1) *Productus antiquatus;*
Retepora membranacea;
Spirifer, voisin du *Spirifer Bronnii;*
Orthis crenistria;
Orthis umbraculum.

Ces fossiles se trouvent associés à une foule d'empreintes de Spirifers et de Rétépores qui, sans être assez complètes pour être déterminées spécifiquement, paraissent cependant appartenir au groupe des espèces carbonifères.

(2) *Spirifer mosquensis;*
Spirifer trigonalis;

» Enfin, dans la contrée de Salaïr, le terrain carbonifère forme un bassin ovale, assez étendu, qui se termine au fleuve Ob. Parmi les roches qui le composent, on remarque surtout des calcaires très-variés, dont quelques-uns renferment un grand nombre de fossiles caractéristiques du système carbonifère (1). Ces calcaires sont altérés ou bouleversés en beaucoup de points par des éruptions dioritiques. Le gîte métallifère de Salaïr, dont la masse est formée en grande partie de baryte sulfatée, y est encaissé.

» M. de Tchihatcheff a encore observé dans l'Altaï un terrain plus moderne que les précédents, et qui lui a présenté de grandes analogies avec le grès rouge. Tout lui a paru annoncer que ce terrain appartient en effet à la dernière partie de la période paléozoïque. Cependant, comme il contient à sa base des couches de houille, l'auteur a jugé prudent de ne pas le séparer d'une manière absolue du terrain houiller, et il l'a compris avec ce dernier sous la dénomination générale de *système carbonifère,* sauf à ce que cette dénomination ait ainsi dans l'Altaï une acception plus large que celle qui lui est aujourd'hui attribuée en Europe. Cette réserve nous paraît judicieuse; il est toujours bon d'attendre que l'observation ait prononcé avant de décider que les limites des formations de contrées très-éloignées coïncident d'une manière absolue avec celles de nos formations européennes.

» Le terrain dont il s'agit se trouve particulièrement développé dans l'espace compris entre le chaînon de l'Alataou et les rivières Tchoumysch, Kondoma, Mrassa et Oussa, région que l'auteur désigne sous le nom de *bassin de Kouznetzk.*

» Les roches qui dominent dans ce bassin sont :

» 1°. Des grès tantôt compactes et homogènes, de couleur grisâtre ou jaunâtre, renfermant des fragments de quartz, de feldspath et de calcaire; tantôt d'une texture grenue, plus ou moins friable, rayés de zones colorées par l'oxyde de fer, comme est entre autres le grès d'Afanino ;

Spirifer Verneuili ;
Productus antiquatus ;
Productus punctatus ;
Productus punctati affinis (espèce nouvelle) ;
Productus Bronnii.

(1) *Retepora rotiformis ;*
Productus antiquatus ;
Orthis arachnoides ;
Eschara scalpellum.

» 2°. Des marnes et calcaires marneux, soit compactes et alternant avec le grès, soit incohérents et de couleurs rouges blanchâtres ou bleuâtres;

» 3°. Des grès calcaires homogènes à grain médiocre, de teinte foncée, très-durs et ne cédant que difficilement à l'action du marteau, effervescents avec les acides qu'ils colorent complétement en noir.

» La puissance de ces divers dépôts varie beaucoup: quelquefois réduits à une couche très-mince, ils forment ailleurs des collines et même des montagnes entières.

» Les fossiles végétaux s'y montrent quelquefois en abondance, et ce sont particulièrement des grès marneux diversement colorés, ainsi que des calcaires siliceux, de teinte foncée, qui renferment ces richesses paléontologiques. Près des bords de l'Inia, M. de Tchihatcheff y a trouvé de nombreuses empreintes végétales, ainsi que de riches dépôts d'arbres fossiles dont plusieurs beaux échantillons ont été rapportés par lui à Saint-Pétersbourg.

» A la base de ce terrain de grès rouge on a constaté la présence d'un dépôt houiller qui pourrait être indépendant du grès rouge qui le recouvre, de même qu'il paraît l'être, d'après l'auteur, du calcaire carbonifère.

» La nature chimique de la houille de l'Altaï la rapproche, ainsi que le prouvent les analyses chimiques que M. Berthier a bien voulu en faire faire, de la nature de l'anthracite.

» On a constaté l'existence du fer carbonaté lithoïde dans la houille d'Afanino, où des couches de sphérosidérite se trouvent intercalées, soit dans le combustible même, soit entre ce dernier et le grès qui lui sert de toit.

» La présence de la houille a été reconnue sur plusieurs points, depuis les environs de la ville de Kouznetzk jusqu'aux parages de la rivière de l'Inia, c'est-à-dire sur un espace qui occupe une partie de l'axe du bassin de Kouznetzk, dont il serait possible que le dépôt houiller formât la base partout. Dans ce cas, l'Altaï septentrional se trouverait en possession d'un des plus vastes bassins houillers que l'on connaisse, occupant une enceinte dont le côté le plus long pourrait être évalué à 250 kilomètres sur 100 kilomètres de largeur moyenne.

» On n'a pu constater jusqu'à présent la nature des roches sur lesquelles le dépôt houiller de l'Altaï est superposé; mais la proximité du calcaire carbonifère paraît indiquer, avec un certain degré de probabilité, que ce dépôt doit être rapporté à la classe des bassins maritimes plutôt qu'à celle des bassins lacustres. Le vaste bassin de Kouznetzk occupe peut-être, dit M. de Tchihatcheff, la place d'un ancien golfe de la mer, dont une partie de la chaîne de l'Alataou a pu figurer comme un des points littoraux.

» Tout porte à supposer que le terrain carbonifère de l'Altaï se rattache à la vaste formation carbonifère dont quelques voyageurs intrépides nous ont révélé l'existence sur tant de points de l'Asie centrale, comme par exemple dans le bassin d'Ili, dans la chaîne du Thian-chan, dans celle d'Inchane (au nord de Peking), à Bokhara, etc.

» M. de Tchihatcheff a joint à son Mémoire la description et la figure des végétaux fossiles qu'il a trouvés dans le terrain carbonifère et le grès rouge. Ce travail est le résultat des observations de M. Gœppert, professeur à Breslau, dont les études variées et profondes sur les végétaux fossiles sont bien connues des naturalistes.

» Les échantillons qui ont été soumis à ses recherches se rapportent, suivant lui, à huit espèces.

» Une d'entre elles, d'après M. Gœppert, constitue, sous le nom d'*Anarthrocanna*, un genre nouveau, voisin des Calamites; mais l'état très-imparfait des deux échantillons sur lesquels il est fondé doit laisser beaucoup de doutes sur la nature réelle de ce fossile qui, cependant, ne peut évidemment rentrer dans aucun des genres déjà établis. C'est un premier jalon qui attend que d'autres viennent compléter ses caractères et fixer ses rapports. Peut-être même ce que M. Gœppert considère comme des rameaux serait-il plutôt des divisions d'une racine.

» Parmi les vraies Fougères, M. Gœppert distingue trois espèces : un *Neuropteris* et deux *Sphenopteris*, qu'il considère comme nouvelles et différentes de celles déjà observées en Europe.

» On voit, par les deux noms de genre que nous venons de citer, que M. Gœppert est revenu à l'opinion adoptée anciennement par l'un de nous, et a renoncé, comme il le dit lui-même avec beaucoup de franchise, au système de classification plus rapproché de la méthode adoptée parmi les Fougères vivantes qu'il avait cru devoir établir il y a quelques années. En effet, l'absence si fréquente des fructifications, et dans tous les cas leur conservation imparfaite, sont des obstacles insurmontables dans l'état actuel de cette branche des sciences à l'établissement de genres qui seraient, parmi les fossiles, les représentants des genres vivants.

» On ne peut donc arriver à des résultats concordants dans l'ensemble de l'étude des végétaux fossiles, qu'en fondant essentiellement les divisions parmi les Fougères fossiles sur le mode de ramifications des nervures, et sur la forme des découpures des pinnules, caractères auxquels, même parmi les Fougères vivantes, on a accordé beaucoup plus de valeurs dans ces derniers temps qu'on ne l'avait fait plus anciennement; mais ces caractères sont, dans

beaucoup de cas, assez difficiles à définir; ils passent de l'un à l'autre par des nuances insensibles, et si les types sont bien distincts, ils se lient cependant par des intermédiaires dont la position est souvent douteuse; c'est ce qui arrive pour les trois Fougères rapportées dans le Mémoire par M. Gœppert, aux genres *Neuropteris* et *Sphenopteris* qui, toutes trois, s'éloignent des types primitifs de ces genres, et rentreraient peut-être mieux, si on en possédait des échantillons plus parfaits, dans le genre *Pecopteris*.

» M. Gœppert rapporte aussi à la famille des Fougères un genre anomal d'abord rapproché des Palmiers, et sur lequel nous aurons bientôt occasion d'appeler l'attention de l'Académie dans un Mémoire spécial; c'est le genre *Noggerathia*. Nous ferons observer seulement ici que les *Noggerathia*, lorsqu'on les étudie sur des échantillons assez complets, s'éloignent de toutes les Fougères connues, tant par la forme de leurs feuilles que surtout par leur mode de nervation; que ces plantes n'ont plus évidemment aucun analogue connu dans le mode actuel; mais nous chercherons à montrer par la suite qu'elles ont plus de rapport avec les Cycadées qu'avec aucune autre famille vivante. Parmi les fossiles de l'Altaï, M. Gœppert n'a vu que deux fragments très-incomplets des feuilles de ces *Noggerathia;* il a cru cependant pouvoir les distinguer comme des espèces nouvelles qui manquent, malheureusement, de plusieurs des caractères qui seraient nécessaires pour les définir.

» A la description de ces empreintes végétales, aussi complète que le permettaient les matériaux qu'il avait à sa disposition, M. Gœppert a joint l'étude anatomique d'une espèce de bois fossile, provenant des mêmes contrées et probablement des mêmes formations. On savait déjà que les bois fossiles trouvés dans beaucoup de parties de l'Europe, dans les terrains anciens contemporains de la formation houillère, ou peu postérieurs à cette époque, ne se rapportaient, parmi les Dicotylédones, qu'à la famille des Conifères, et offraient une structure plus voisine de celle des *Araucaria*, que de celle d'aucun autre genre de cette famille.

» Les travaux de M. Witham en Angleterre, et de M. Unger en Allemagne, tendaient déjà à établir la généralité de ce fait; l'étude faite par M. Gœppert des bois fossiles de l'Altaï vient la confirmer. Il a donné une excellente anatomie de ces bois, comparativement à celle de l'*Araucaria Cunninghami* de la Nouvelle-Hollande, et il en résulte que ces bois n'offrent que de très-légères différences spécifiques. Ce n'est pas un des résultats les moins remarquables de l'étude des végétaux fossiles, que cette analogie entre les arbres de cette époque reculée de la végétation du globe et ceux qui maintenant sont confinés dans les régions australes; et ce résultat, indiqué par

la nature de ces bois, est également confirmé par les empreintes de rameaux et de fruits qui, dans certaines localités, se rencontrent dans ces mêmes couches anciennes, soit de l'époque houillère, soit de celle qui la suit immédiatement, empreintes qui ont aussi la plus grande analogie avec les rameaux et les fruits des *Araucaria* de l'Australie.

» Il résulte donc de l'examen fait par M. Gœppert des végétaux fossiles, malheureusement peu nombreux, recueillis par M. de Tchihatcheff dans les formations carbonifères de l'Altaï, que les mêmes formes génériques observées dans les terrains de cette époque, dans l'Europe occidentale, se retrouvent dans cette partie centrale de l'Asie, avec de légères différences spécifiques, qui disparaîtraient peut-être en partie par l'étude d'échantillons plus parfaits.

» La vaste extension du grès rouge dans l'Altaï pourrait faire supposer que si les contrées limitrophes, et nommément la chaîne de l'Alataou, ont été le théâtre de violentes catastrophes, une grande partie de ces dernières ont peut-être précédé le soulèvement du grès rouge, dont les assises sont si régulièrement étendues (quoiqu'à stratification non horizontale) sur une surface aussi considérable.

» La grande majorité des gîtes métallifères de l'Altaï se trouve plutôt dans les dépôts d'origine neptunienne que dans les terrains granitiques; mais ils sont à peu de distance du granite, et quelques-uns sont intercalés dans cette dernière roche. Les schistes argileux et calcaires du bassin carbonifère de Zyrianovsk ont été, d'après l'auteur, de même que les roches carbonifères du bassin de Rydersk, le théâtre d'éruptions granitiques et porphyriques; aussi toute cette contrée est-elle caractérisée par de nombreux dépôts métallifères qui ont donné naissance à une série de mines disposées le long des rives de la Bouhhtarma et du Haïr-Koumyne, comme, par exemple, les mines de Bouhhtarminsk, de Zavodinsk, de Zyrianovsk, de Moskvinsk, de Momantoff, etc. Le système dévonien partage avec celui du calcaire carbonifère, l'honneur de renfermer les plus célèbres mines de l'Altaï, et elles s'y présentent dans des circonstances analogues.

» Ces différentes mines sont décrites dans le Mémoire avec des détails circonstanciés, auxquels quatre planches de coupes et de plans de mines donnent encore plus de précision. Le besoin d'abréger ce Rapport nous empêche d'analyser comme nous l'aurions désiré ces documents précieux, dont tous les amis de la science sauront gré à l'auteur, mais qui, dans le vaste cadre orographique de son travail, ne peuvent être considérés que comme des détails.

» Les terrains diluviens de l'Altaï et de cette partie des monts Sayanes que l'auteur a comprise dans sa description, se composent, comme partout ailleurs, de fragments et de débris plus ou moins triturés, appartenant aux roches qui constituent la charpente solide du grand édifice dont ils ne voilent pas seulement le pied, mais dans l'enceinte duquel ils occupent aussi plusieurs dépressions. Ce sont comme autant de golfes plus ou moins sinueux qui pénètrent dans l'intérieur du continent et en rompent la continuité. Parmi ces golfes, on en peut surtout distinguer deux : 1° la vaste zone principale de dépôts diluviens au milieu de laquelle se trouve Barnaoul, et qui va former une bande étroite le long de la Biya, jusqu'aux environs du fort Sandypskoi, en dessinant ainsi une anse sinueuse bordée, d'un côté, par le domaine granitique, et, de l'autre, par celui des terrains de transition; 2° le second golfe, bien plus sinueux que le premier, sépare le fleuve Yenisseï de la crête de l'Alataou, et n'est que la continuation de cette partie de l'*Océan diluvien* qui, après avoir baigné la pente septentrionale de l'Alataou, et traversé le fleuve Tome, suit toutes les anfractuosités du bassin diluvien de Barnaoul. Outre cette grande ceinture diluvienne, avec ses nombreuses articulations et embranchements, l'intérieur de l'Altaï présente plusieurs bassins locaux, tels que le petit dépôt de la contrée où se trouvent les usines de Tomsk, et les mines de Salaïr, dépôts caractérisés par des couches de fragments de fer hydraté; tels aussi que le bassin peu considérable de Minousinsk, creusé au milieu du grès rouge, et renfermant très-probablement plus d'un monument paléontologique, à en juger par un beau crâne de *Bos priscus* que l'auteur en a rapporté. La même circonstance pourrait rendre remarquable le diluvium de la plaine de Bibik, d'où l'auteur tient une mâchelière de *Rhinoceros thichorinus* parfaitement conservée.

» Au reste, dit M. de Tchihatcheff, les dépouilles organiques ne sont pas rares dans les dépôts diluviens de l'Altaï, en général, ainsi que le prouvent les nombreux ossements d'éléphants et de rhinocéros que l'on rencontre dans les points les plus éloignés, et entre autres dans les sables aurifères de l'Alataou, et dans les vastes dépôts qui entourent Barnaoul. L'auteur s'est, en outre, procuré dans les dépôts diluviens qui constituent la rive droite de l'Inia, des dents et ossements de l'*Elephas primigenius*, du *Bos primigenius*, du *Cervus alces*, etc.

» L'une des propriétés les plus remarquables qui caractérisent le diluvium de l'Altaï, c'est la présence de parcelles d'or, disséminées en plus ou moins grande abondance au milieu des matières détritiques, et constituant les célèbres dépôts aurifères de la Sibérie.

» M. de Tchihatcheff remarque que les parties aurifères de ces dépôts, sur lesquels de si riches lavages ont été ouverts depuis quelques années, se trouvent particulièrement dans le voisinage des roches dioritiques qui ont percé le sol ancien en différents endroits, notamment sur la pente nord de l'Alatau, de la chaîne de Salaïr et de la Mrassa. Ces dépôts contiennent des fragments de diorites mélangés à ceux des autres roches des montagnes voisines. Ils reposent généralement sur les terrains paléozoïques les plus anciens.

» Quant à la force de l'agent qui aura charrié et disposé dans l'ordre où nous les voyons maintenant tous ces dépôts aurifères, elle paraît à l'auteur avoir eu, suivant les localités, des degrés d'intensité très-différents; car si, d'un côté, la stratification généralement horizontale de ces alluvions semble annoncer une action lente et peu tumultueuse, d'un autre côté, en considérant les blocs de fer hydraté, souvent très-considérables, qui figurent à Tomsk et à Salaïr, dans des dépôts également plus ou moins aurifères et caractérisés par les mêmes ossements fossiles, on est amené à conclure que le courant qui les aura tenus en suspension, ou au moins mis en mouvement, a dû posséder une impulsion assez puissante, surtout si l'on suppose que ces galets auront été empruntés aux montagnes de l'Altaï oriental (celles du lac de Téletzk et de l'Abakane, les embranchements occidentaux de la chaîne Sayane, etc.), généralement si riches en fer hydraté. D'après cette hypothèse, que l'auteur ne présente, au reste, qu'avec beaucoup de doute et de réserve, le courant serait venu dans la direction de l'est à l'ouest.

» Un autre phénomène qui, dans le diluvium de l'Altaï, atteste des révolutions, quoique probablement, dit l'auteur, d'une nature peu subversive, c'est la hauteur considérable à laquelle se trouvent portés les dépôts de galets qui recouvrent les rives de plusieurs rivières et torrents, comme, par exemple, la Biya, la Katoune, la Tchouya, le Tchoulichmane, le Bachkaus, l'Eulondou, le Tulo (affluent du lac de Téletzk, etc.).

» M. de Tchihatcheff a observé, au milieu des plateaux marécageux et glacés qui renferment les sources du Tchoulichmane et le lac de la Tchoulachta, et sur ceux de la Tchonga et du lac Karakol, de nombreux blocs détachés qui sont tous formés de granite, tandis que les montagnes limitrophes sont exclusivement composées de schiste argileux. Rien, dit-il, n'autorise à considérer ces amoncellements locaux comme des dépôts de *blocs erratiques*; nous croyons cependant qu'ils en rappelleront généralement l'idée aux habitués des Hautes-Alpes, du Jura et des Vosges.

» Nous pensons qu'il en sera de même du dépôt de matières de transport de grosseur disparate, dans lequel sont taillés les cônes, souvent coiffés de gros

blocs, que M. de Tchihatcheff dépeint avec beaucoup de vérité sur la pente du massif qui longe le bord du torrent Oulou-Oundouk, et dont il a joint une vue à son Mémoire. Ces groupes de cônes graveleux paraissent ne pas être rares dans l'Altaï, car la description que M. Helmersen a donnée du conglomérat remarquable de la rive orientale du lac de Téletzk, entre le Tcheri et le Tchoulich, pourrait faire supposer la plus grande analogie et peut-être même une parfaite identité entre les phénomènes des deux localités. Tous ces cônes, souvent coiffés de gros blocs, rappellent exactement ceux que l'action des agents atmosphériques a fait naître en tant de points dans les dépôts erratiques des vallées des Alpes, et dont Victor Jacquemont cite aussi des exemples dans l'Himalaya.

» Une étude plus complète des terrains diluviens de l'Altaï aura sans doute pour résultat, dit M. de Tchihatcheff, de les diviser en plusieurs assises d'âge différent, et peut-être même d'y découvrir des terrains de l'époque tertiaire; il est certain cependant, dès à présent, que les ossements fossiles dont tous les atterrissements aurifères de l'Altaï abondent plus ou moins, leur assignent un âge très-peu reculé.

» Ajoutons avec l'auteur, que ce n'est pas seulement dans ses dépôts de transport que l'Altaï offre à l'observateur de nombreux débris de mammifères: la région traversée par la rivière Tcharysch possède une foule de cavernes ossifères creusées dans les terrains anciens.

» Après avoir ainsi classé, avec toute la précision que comportent les observations actuelles, les différents dépôts qui constituent en grande partie le sol de l'Altaï, l'auteur a cherché à classer aussi les bouleversements dont ils présentent des traces nombreuses. Il pense que ces bouleversements sont généralement fort anciens, conclusion que semble appuyer l'absence ou du moins la très-grande rareté des trachytes et en général de toutes les roches volcaniques modernes. Suivant M. de Tchihatcheff, tous les terrains anciens de l'Altaï, actuellement recouverts de sables aurifères, ont dû avoir été soulevés antérieurement à l'époque secondaire, ce qui les aura soustraits à l'influence de la longue période qui s'est écoulée depuis cette dernière jusqu'aux dépôts des alluvions aurifères contemporaines des mammouths et des rhinocéros. Il ne paraît pas impossible cependant que quelques-unes des grandes dislocations du sol de l'Altaï dussent être rapportées à une époque intermédiaire, entre la période paléozoïque et celle des phénomènes diluviens. L'auteur dit même que les couches du grès rouge, sans être très-fortement disloquées, ne sont pas restées horizontales.

» Pour parvenir à classer les phénomènes de soulèvement dont l'Altaï conerve l'empreinte, il fallait, avant tout, procéder à une *analyse stratigra-*

phique, aussi complète que possible, de ce vaste groupe montagneux.

» En examinant attentivement la disposition des chaînes dont il est hérissé, on y distingue, dit l'auteur, deux types assez distincts, et, sous ce rapport, on pourrait diviser l'Altaï en deux portions plus ou moins naturellement délimitées.

» La première portion, que l'auteur nomme l'*Altaï occidental*, embrasse l'espace compris entre le fleuve Ob et la partie septentrionale de la rivière de Katoune, ainsi que les régions qui séparent le Bachkaus de la Tchouya; cette portion est caractérisée par une direction dominante des chaînes de montagnes du nord-ouest au sud-est. On voit cette direction plus ou moins distinctement prononcée dans l'alignement général de toutes ces masses, désignées, dans le pays, par le nom de *Belki* ou Alpes. C'est, par exemple, la direction du rempart septentrional de l'Alataou, de la crête de Salaïr, des montagnes de Kolyvane, de la chaîne de Kouraï, des Alpes de Tigueretzk, de Korgone, de Bachalitzk, d'Anouï, d'Oubinsk, de Koksou, de Tourgouzoune, de Hhalsoune, d'Arrhhyte, etc.

» La seconde portion, que l'auteur nomme *Altaï oriental*, comprend l'espace situé entre la limite des monts Sayanes et le domaine central et méridional de la rivière Katoune. Dans cette portion, la direction des crêtes s'éloigne de plus en plus de celle qui domine dans la précédente. A mesure qu'elles approchent du grand plateau de la Tchouya, qu'on peut considérer comme le point de séparation entre le système de l'Altaï et celui des Sayanes, elles se relèvent graduellement vers l'est, et finissent par s'aligner, soit presque parallèlement aux méridiens, soit dans la direction du nord-est au sud-ouest. On voit cette tendance se prononcer assez distinctement dans la chaîne de Soulouguème, d'Irène Karagaï, de Toungoun-Taïga, de Tendicheli, de Garbon, de Chabina-Dabahane, dans les monts de Kouznetzk, dans la partie de la chaîne des monts de Téletzk, dont le revers oriental donne naissance aux affluents de la rive droite de l'Abakane, etc., et il n'est pas sans intérêt d'observer que c'est précisément sur le point de contact, entre les deux grands types orographiques, que l'on remarque ces contours demi-circulaires, ces lignes tordues et plissées qu'affectent plusieurs des chaînes de montagnes de ces contrées.

» Le double type que présente l'Altaï sous le rapport *orographique* coïncide parfaitement, dit l'auteur, avec les phénomènes *stratigraphiques*. En effet, dans la portion qu'il a désignée par le nom d'*Altaï occidental*, la direction dominante des couches est du nord-ouest au sud-est; dans l'Altaï oriental, au contraire, c'est la direction nord-est, sud-ouest qui semble l'emporter

sur la première, avec laquelle, toutefois, elle se trouve fréquemment alliée. Or, c'est précisément ce croisement des axes de soulèvement qui semble avoir produit, dans l'Altaï, 1° d'un côté, cette espèce de fusion et d'entrelacement, ou d'enchevêtrement par lesquels le système des Sayanes se confond presque partout avec le système de l'Altaï proprement dit; 2° de l'autre côté, la hauteur considérable à laquelle les montagnes de la portion orientale se trouvent portées relativement à la région occidentale, où ce croisement des axes est bien moins fréquent.

» En effet, le point culminant de tout l'Altaï, qui est représenté, au moins selon l'état actuel de nos connaissances, par les *colonnes de Katoune*, ou la *Belouhha*, se trouve précisément dans l'endroit où les deux lignes de direction semblent se rencontrer. De même, le lac de Téletzk, également placé non loin de la région du croisement des axes de soulèvement, ne doit peut-être sa naissance qu'à cette circonstance même.

» L'abondance des lacs profonds qui se distinguent souvent par des bords abruptes caractérise éminemment l'Altaï oriental, et semble à l'auteur se rattacher au croisement des axes de soulèvement dont il s'agit. Il cite particulièrement le lac de Karakol (dans la vallée de l'Alach, sur le territoire chinois), qui rappelle tout à la fois le lac Paven, en Auvergne, et celui de Gemünden, dans le duché de Saltzbourg.

» Lorsqu'on considère, dit M. de Tchihatcheff, la direction principale des cours d'eau qui sillonnent le vaste domaine de l'Altaï, on observe qu'elle présente fréquemment une concordance assez prononcée avec le double type de la direction orographique et stratigraphique qui domine dans ces contrées. En effet, non-seulement une grande partie des fleuves, rivières et torrents de l'Altaï coulent du nord-est au sud-ouest, ou du sud-est au nord-ouest, mais on remarque encore que la première direction domine dans la partie de l'Altaï caractérisée par une direction orographique et stratigraphique exactement semblables, et que l'auteur a désignées par le nom d'*Altaï occidental*, tandis que la seconde direction prévaut dans l'*Altaï oriental*.

» A côté de ces deux directions principales, il en existe une troisième qui, parfois, ne se présente que comme une modification de la direction du sud-est au nord-ouest, mais qui cependant coupe souvent cette dernière sous un angle plus ou moins considérable : c'est celle du sud-sud-est au nord-nord-ouest; c'est là nommément le cas du fleuve principal de l'Altaï, l'Ob, ainsi que de plusieurs de ses affluents.

» La disposition des massifs granito-syénitiques offre, dans l'Altaï, une concordance remarquable avec les grands traits stratigraphiques qui caractérisent les dépôts neptuniens de ces contrées. En effet, lorsqu'on y examine

la répartition et le groupement des roches dont il s'agit, on observe que l'axe de leur plus grande extension se conforme assez généralement avec les deux types de direction qui dominent essentiellement dans l'Altaï, savoir : celle du nord-ouest au sud-est et celle du sud-est au nord-ouest; aussi voyons-nos que, dans la partie occidentale de l'Altaï, où la direction dominante des couches est du nord-ouest au sud-est, les masses granitiques se trouvent particulièrement allongées dans ce sens, tandis que dans la région orientale, où la direction dominante est du nord-est et nord-nord-est au sud-ouest et sud-sud-ouest, la direction des massifs granitiques semble en quelque sorte être calquée sur les mêmes lignes; car, depuis le mont Kazik, qui forme l'angle le plus avancé de la partie orientale de la chaîne d'Alatan jusqu'à l'embouchure du Naryme dans l'Irtysch, la majorité des massifs granitiques distribués dans cette immense étendue ont leur axe dirigé du nord-est au sud-ouest.

» Un fait très-remarquable, et qui résulte de ce double mode de répartition des masses granitiques, c'est que la région qui offre le plus de vacillations dans les lignes stratigraphiques, et se rapproche le plus du point de croisement entre les deux directions opposées, est en même temps la région qui renferme les plus hautes chaînes de l'Altaï, et nommément les colonnes de Katoune (pic de Belouhha), celle de Hhlosoune, les massifs de remparts du lac de Téletzk, des sources du Tchoulichmane et de celles de l'Abakane, etc.; ces masses gigantesques sont, pour la plupart, composées de roches sédimentaires en couches redressées.

» Aux deux directions fondamentales auxquelles se coordonne la disposition générale des masses minérales de l'Altaï, il faut en joindre une troisième, moins développée, mais encore assez bien marquée, que révèle un examen attentif de la carte de M. de Tchihatcheff : c'est l'orientation méridienne, ou presque exactement nord-sud, qu'affectent de préférence les contours des masses minérales au nord du lac de Téletzk, et surtout au nord du bassin de Kouznetzk. Cette direction caractérise, comme l'a déjà remarqué M. de Humboldt, les montagnes qu'il a désignées sous le nom de *chaîne méridienne de Kouznetzk* (1), chaîne qui se termine à la région des alluvions aurifères répandues au pied nord-est de l'Alataou, et que M. de Humboldt a rattachée, d'après sa direction, au système du Bolor.

» Pour donner plus de précision aux remarques générales que nous avons énoncées ci-dessus, l'auteur a réuni, dans une de ces figures qu'on a proposé de nommer *roses des directions* (2), toutes les directions de couches qu'il a

(1) HUMBOLDT, *Asie centrale*, t. I, p. 378, et t. II, p. 5.

(2) Voyez *Explications de la Carte géologique de la France*, t. I, p. 467.

relevées dans l'Altaï. On voit clairement sur cette rose que les directions dont il s'agit forment, en effet, deux grands groupes, mais qui peut-être seraient susceptibles d'être ultérieurement subdivisés, et dont on pourrait séparer nommément un groupe dirigé nord-sud (*système du Bolor*), et peut-être un autre dirigé de l'ouest à l'est (*système du Thian-chan???*).

» M. de Tchihatcheff a naturellement songé à rechercher les relations qui pourraient exister entre ses deux grands systèmes de l'*Altaï occidental* et de l'*Altaï oriental*, et les systèmes de montagnes qui ont été étudiés en Europe. Pour cela, il a dû avoir égard à la courbure de la terre et à la convergence des méridiens vers le pôle. Il a calculé, en résolvant les triangles sphériques convenables, ce que deviendraient les directions des systèmes de montagnes de l'Europe si on les rapportait au centre de l'Altaï, c'est-à-dire au point d'intersection du 52ᵉ parallèle nord, et du 85ᵉ méridien à l'est de Paris. Ces directions calculées, il les a rapportées sur sa rose des directions; mais il n'est résulté de là aucun rapprochement décisif, ce qui tient peut-être, en partie, à ce que les directions observées par ce voyageur, quoique nombreuses en elles-mêmes, ne le sont pas encore assez pour le vaste espace qu'il a exploré.

» On peut remarquer, au surplus, que la direction est 37° 30′ nord du Hundsruck, prolongée à travers l'Asie, coupe le 85ᵉ méridien à l'est de Paris par 54° 27′ de latitude nord, en formant avec lui un angle de 61° 17′; d'où il résulte qu'elle traverse l'Altaï de l'ouest 28° 43′ nord à l'est 28° 43′ sud.

» On peut remarquer, de même, que la direction est 40° nord, de la Côte-d'Or prolongée à travers l'Asie, coupe le 85ᵉ méridien à l'est de Paris, par 53° 43′ de latitude nord, en formant avec lui un angle de 62° 34′, et que, par conséquent, elle traverse elle-même l'Altaï, de l'ouest 27° 26′ nord à l'est 27° 26′ sud.

» Or ces deux directions, si peu différentes l'une de l'autre, représentent très-sensiblement la direction de l'Altaï occidental, telle qu'elle se manifeste sur la carte de M. de Tchihatcheff, par la disposition des bandes de roches granitiques et schisteuses. Elle se rapproche aussi beaucoup de la direction ouest-nord-ouest est-sud-est que M. de Humboldt assigne à l'un des systèmes de dislocations de l'Altaï (1).

» Il est à désirer que les observateurs futurs portent leur attention sur la fixation précise de cette direction de l'Altaï occidental, et sur celle de l'âge relatif des dislocations qui l'ont déterminée.

» Mais si la rose des directions tracée par M. de Tchihatcheff laisse encore

---

(1) HUMBOLDT, *Asie centrale*, t. I, p. 378.

planer des doutes sur les rapprochements que nous venons d'indiquer pour le système de l'Altaï occidental, elle se prête beaucoup mieux au rapprochement qu'on se trouve naturellement conduit à établir entre l'Altaï oriental et un système de montagnes déjà connu, mais qui, à la vérité, ne figure pas dans la liste des systèmes européens.

» Ainsi que l'un de vos Commissaires l'a fait remarquer depuis longtemps, « la chaîne qui forme l'axe de l'île de Madagascar, et celle beaucoup plus » étendue, mais semblablement orientée, qui borde, au sud-est, le continent » africain, forment deux anneaux d'un système qu'on peut suivre à travers » l'Asie, jusqu'aux bords du lac Baïkal et de la Lena » (1). L'Altaï oriental, tel que le décrit M. de Tchihatcheff, semble former lui-même un des anneaux de cette vaste chaîne. En effet, si l'on prend pour l'axe du système dont nous parlons un grand cercle passant par le cap *Cave-Rock* à l'angle sud-est du continent africain (lat. 33° 15′ sud, long. 25° 30′ est), et par le cap *Mocandon*, à l'entrée du golfe Persique (lat. 26° nord, long. 54° est), on calcule aisément que ce grand cercle coupe le 85e méridien à l'est de Paris par 57° 48′ 30″ de latitude nord, et en faisant avec ce méridien, vers l'est, un angle de 47° 53′ 30″. Il traverse donc l'Altaï suivant une direction peu éloignée de la ligne sud-ouest nord-est, ce qui permettrait d'y rattacher le système de l'Altaï oriental. Ce même grand cercle traverse les plateaux de la Perse, suivant une orientation assez concordante avec celle de l'un des groupes de directions que M. Charles Zimmermann y a tracés dans un travail récent.

» Quoi qu'il en soit des rapprochements que nous signalons ici, entre le système de l'Altaï oriental et celui des chaînes de Madagascar et de Mozambique, et entre le système de l'Altaï occidental, et quelques-uns de nos systèmes européens, il était important d'établir, comme l'a fait M. de Tchihatcheff, que l'Altaï présente, de même que les Alpes, deux systèmes principaux de dislocation vers le point de rencontre desquels se trouve le grand pic de la Belouhha, qui rappelle ainsi par sa situation celle de notre Mont-Blanc (2).

---

(1) Voyez *Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe;* extrait inséré dans la traduction française du *Manuel géologique* de M. de la Bèche, p. 660 (1833). — *Voyez* aussi l'extrait des mêmes recherches inséré dans le 3e volume du *Traité de Géologie* de M. Daubuisson de Voisins, continué par M. Amédée Burat, p. 370 (1834).

(2) *Voyez* Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe. (*Annales des Sciences naturelles,* t. XIX (1830), p. 199 à 208.) Victor Jacquemont croyait pouvoir distinguer aussi deux systèmes de soulèvement dans l'Himalaya. *Voyez* sa XXXVe Lettre, datée de Lari, le 9 septembre 1830.

La fixation plus précise encore de ces deux systèmes, leur décomposition possible en systèmes plus simples, doit, sans aucun doute, être recommandée aux observateurs futurs; mais ces deux grands faisceaux de dislocation qui se croisent dans la partie la plus accidentée de l'Altaï, suivant des directions presque perpendiculaires entre elles, constituent déjà par eux-mêmes une donnée importante pour l'orographie de l'Asie, dont on doit savoir gré à la persévérance et à la perspicacité de M. de Tchihatcheff.

» Ces deux systèmes sont, en effet, à peu près pour le continent de l'Asie, ce que sont pour celui de l'Europe les systèmes du Thuringerwald et de la Côte-d'Or, et il serait d'autant plus important d'avoir des idées complétement arrêtées sur le système de l'Altaï occidental, que son prolongement, qui se dirige de manière à passer entre Peking et Canton, traverse, à l'extrémité orientale du Tchianchan, le vaste chaos des montagnes de l'intérieur de la Chine et pourrait servir à le débrouiller.

Conclusions.

» Le Mémoire de M. de Tchihatcheff sur la constitution géologique de l'Altaï, par le grand nombre de faits nouveaux et par les aperçus ingénieux qu'il contient sur des contrées jusqu'ici très-peu connues, nous a paru digne de fixer l'attention de l'Académie et d'obtenir ses encouragements. Nous avons, en conséquence, l'honneur de proposer à l'Académie d'accorder son approbation à ce travail, et de remercier l'auteur de le lui avoir communiqué. Nous proposerions même de voter l'insertion du Mémoire dans le *Recueil des Savants étrangers,* si nous ne savions qu'il doit paraître bientôt dans un ouvrage plus étendu, où M. de Tchihatcheff a l'intention de consigner en totalité les résultats de son voyage dans l'Altaï. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination d'un candidat pour la place de professeur d'agriculture, vacante au Conservatoire des Arts et Métiers par suite du décès de M. *Leclerc-Thouin*.

Au premier tour de scrutin, sur un nombre de 46 votants :

M. Boussingault obtient 43 suffrages,
M. Dezeimeris 1

Il y a deux billets blancs.

M. **Boussingault**, ayant réuni la majorité des suffrages, sera présenté à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce comme le candidat de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MINÉRALOGIE. — *Recherches sur les produits de la décomposition des espèces minérales de la famille des silicates; par* M. **Ebelmen**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Al. Brongniart, Berthier, Dumas.)

« Les produits de la décomposition des différentes espèces minérales de la famille des silicates ont été peu examinés, jusqu'ici, par les minéralogistes; le seul fait acquis à la science est celui de la transformation des espèces feldspathiques en kaolin. Ce phénomène naturel s'est accompli et s'accomplit probablement encore tous les jours sur une grande échelle. Toutes les roches qui admettent une espèce feldspathique comme principe constituant, se présentent souvent dans un état plus ou moins avancé de décomposition. Mais l'élément feldsphatique n'est pas le seul altéré dans ces roches: des silicates ne contenant pas d'alcali s'y décomposent également. Les faits que j'ai réunis dans ce Mémoire ont eu, surtout, pour but d'éclaircir ce qui se passe dans le cas de la décomposition des silicates non alcalifères. Ils montreront, je l'espère, que la transformation du feldspath en kaolin n'est qu'un cas particulier de la décomposition des silicates sous l'influence des agents atmosphériques.

» La plupart des minéraux que j'ai examinés jusqu'ici présentent, sur le même échantillon, un passage incontestable et graduel entre la partie intacte et la partie altérée. En analysant séparément les deux portions et comparant leur composition, j'ai pu reconnaître quels avaient été les éléments entraînés par le fait de la décomposition, et quelles modifications avaient subies les éléments restant en place.

» J'ai examiné d'abord quelques silicates naturels dont la plupart appartiennent au groupe pyroxénique; ce sont :

» 1°. Du bisilicate de manganèse d'Alger (Rhodonite de M. Beudant);

» 2°. Du bisilicate de manganèse de Saint-Marcel (Piémont);

» 3°. De la Bustamite de la mine d'argent de Tetala (Mexique).

» J'ai examiné ensuite diverses roches basaltiques qui présentaient aussi un passage évident sur le même échantillon, entre la roche intacte et le minéral altéré. J'ai pu déterminer, par l'examen de ces roches, le mode de dé-

composition du péridot et de l'augite qui entrent dans leur composition.

» Je rapporte ici les résultats de quelques-unes des analyses.

1°. *Rhodonite d'Alger.*

A. Partie non altérée.		B. Partie altérée.	
Silice	45,49	Eau	10,14
Protoxyde de manganèse	39,46	Oxygène	8,94
Protoxyde de fer	6,42	Protoxyde de manganèse	43,00
Chaux	4,66	Peroxyde de fer	6,60
Magnésie	2,60	Chaux	1,32
	98,63	Silice gélatineuse	2,40
		Résidu rose identique à A.	27,20
Formule : (Mn. F. Ca. Mg.)S^2.			99,60

» On voit que, par le fait de la décomposition, la silice disparaît avec la chaux et la magnésie; le fer et le manganèse restent à l'état d'hydrates de peroxyde.

2°. *Rhodonite de Saint-Marcel.*

C. Partie non altérée.		D. Partie altérée.	
Silice	46,37	Protoxyde de manganèse	44,71
Protoxyde de manganèse	47,38	Oxygène	4,44
Chaux	5,48	Chaux	0,90
		Eau	1,10
	99,23	Silice gélatineuse	8,00
(Mn. Ca.)S^2.		Résidu rose identique à C.	41,47
			100,62

» La petite quantité de silice gélatineuse trouvée dans l'analyse de la matière D provient d'un commencement d'attaque par l'acide chlorhydrique du résidu rose identique avec le minéral non altéré. Ici la silice et la chaux disparaissent encore par le fait de la décomposition; le protoxyde de manganèse se change en deutoxyde anhydre ou Braunite.

» Le mode de décomposition du rhodonite de Saint-Marcel exprime clairement la formation du minéral dont on a fait depuis longtemps une espèce à part, sous le nom de *marceline*, et qui n'est que de la *braunite* mélangée d'une quantité variable de bisilicate non encore décomposé.

3°. *Bustamite du Mexique.*

» L'échantillon examiné était mêlé d'un peu de calcaire, comme celui dont on doit l'analyse à M. Dumas et la description à M. Al. Brongniart.

	E. Partie non altérée.		F. Partie altérée.	
(Mn. F. Ca. Mg)S^2	Silice.	44,45	Protoxyde de magnésie.	55,19
	Protoxyde de manganèse.	26,96	Oxygène.	10,98
	Protoxyde de fer. . . .	1,15	Eau.	10,68
	Chaux.	14,43	Peroxyde de fer. . . .	1,56
	Magnésie.	0,64	Carbonate de chaux. .	14,03
	Carbonate de chaux. . .	12,27	Silice et quartz.	8,53
		99,90		100,97

» La silice et les cinq sixièmes de la chaux ont disparu, le protoxyde de manganèse s'est changé en peroxyde hydraté.

Basalte de Crouset (Haute-Loire).

» Fragment arrondi, compacte et non altéré au centre, décomposé à la surface sur 7 à 8 millimètres de profondeur.

G. Basalte non altéré.		H. Partie altérée.	
Eau.	4,9	Eau et matière organique.	16,9
Silice et traces de titane.	46,1	Silice.	36,1
Alumine.	13,2	Alumine.	30,5
Chaux.	7,3	Chaux.	8,9
Magnésie.	7,0	Magnésie.	0,6
Protoxyde de fer. . . .	16,6	Peroxyde de fer.	4,3
Potasse.	1,8	Potasse.	0,6
Soude.	2,7	Soude.	0,9
	99,6	Oxyde de titane.	0,6
			99,4

» Si l'on rapporte la composition des deux matières G et H à une proportion constante d'alumine, on trouvera que les deux tiers de la silice, la moitié de la chaux, les neuf dixièmes du fer, les cinq sixièmes des alcalis, les 95 centièmes de la magnésie ont été enlevés; plus des 57 centièmes du poids du basalte ont disparu.

» Le péridot, qui est très-visible dans le balsalte non altéré, disparaît complétement dans la matière décomposée.

Basalte de Polignac (Haute-Loire).

» Roche grisâtre ; aspect un peu terreux; mélangé d'un peu de fer oxydulé. La surface, sur 1 à 2 millimètres d'épaisseur, est devenue blanche et friable.

I. Basalte non altéré.		K. Basalte altéré.	
Eau	3,7	Eau et matière organique	3,5
Silice	53,0	Silice	58,1
Alumine	18,4	Alumine	22,6
Chaux	6,8	Chaux	2,9
Magnésie	3,5	Magnésie	2,2
Protoxyde de fer	9,5	Peroxyde de fer	4,0
Potasse	2,7	Potasse	2,7
Soude	3,1	Soude	3,3
	100,7		99,3

» En rapportant encore ici la composition de deux parties de la roche à une même proportion d'alumine, on trouve qu'une fraction sensible de la silice a disparu avec près des deux tiers de la chaux, de la magnésie et du fer, et que les alcalis se retrouvent à peu près dans les mêmes proportions dans les deux matières. La décomposition de la partie pyroxénique de la roche paraît avoir précédé, dans ce cas, celle de l'élément feldspathique.

Basalte du Kammer-Bull, près Éger (Bohême).

» La décomposition de cette roche commence par la formation de boules, d'un diamètre quelquefois considérable, qui continuent à s'altérer de leur surface jusqu'au centre. J'ai analysé le basalte intact et la même roche dans deux états différents d'altération :

	L. Basalte intact.	M. Basalte dans la première période de sa décomposition.	N. Basalte dans la deuxième période de sa décomposition.
Eau	4,4	9,5	20,4
Silice et traces de titane	43,4	43,0	42,5
Alumine	12,2	13,9	17,9
Chaux	11,3	12,1	2,5
Magnésie	9,1	7,3	3,3
Peroxyde de fer	3,5	5,4	11,5
Protoxyde de fer	12,1	8,3	»
Potasse	0,8	0,5	0,2
Soude	2,7		
	100,5	99,5	99,3

» En rapportant encore ici la composition de toutes les matières à la même proportion d'alumine, on trouve que, dans la première période de la décomposition, le basalte perd la presque totalité des alcalis, avec de la silice, de la magnésie et du fer. Dans la deuxième période, la majeure partie de la chaux et de la magnésie se séparent, avec une fraction très-notable de la silice et du fer. Le fer qui reste passe en entier à l'état de peroxyde. La pre-

mière période correspond à la décomposition de l'élement feldspathique ou zéolitique du basalte, la seconde à la décomposition de l'augite et du péridot.

» On peut déduire des résultats qui précèdent les deux principes suivants:

» 1°. Dans la décomposition de silicates contenant de la chaux, de la magnésie, des protoxydes de fer et de manganèse sans alumine, on trouve constamment que la silice, la chaux et la magnésie sont éliminées et tendent à disparaître complétement par le fait de la décomposition. Mais tantôt le fer et le manganèse restent dans le résidu de cette décomposition à un état supérieur d'oxydation, tantôt ils disparaissent comme les autres bases.

» 2°. Dans la décomposition de silicates contenant de l'alumine et des alcalis, avec ou sans les autres bases, l'alumine se concentre dans le résidu de la décomposition, en retenant une portion de la silice et fixant une certaine quantité d'eau. Les autres bases sont entraînées avec une grande partie de la silice. Le produit final de la décomposition se rapproche de plus en plus d'un silicate d'alumine hydraté. Ce principe comprend, comme cas particulier, la décomposition du feldspath et sa transformation en kaolin.

» J'examine ensuite, dans mon Mémoire, quelles sont les actions chimiques auxquelles il convient d'attribuer les phénomènes de la décomposition des silicates. Dans les importants travaux publiés sur la formation du kaolin par M. Berthier, M. Forchammer, et en dernier lieu par MM. Al. Brongniart et Malaguti, on a expliqué la décomposition du feldspath par le dédoublement de sa molécule en deux autres, silicate alcalin entraîné par l'eau, et silicate d'alumine restant comme résidu. La soustraction de la silice a été considérée comme la conséquence de la présence de l'alcali. Or, les analyses qui précèdent montrent que des silicates sans alcali peuvent perdre leur silice aussi facilement et plus complétement que les feldspaths. Il faut donc chercher ailleurs la cause de l'entraînement de la silice, et je crois qu'il convient de l'attribuer tout simplement à la solubilité de cette terre à l'état naissant, dans l'eau pure ou dans l'eau chargée d'acide carbonique. Ne la trouve-t-on pas en quantité toujours appréciable, quelquefois fort notable, en dissolution dans les eaux de la plupart des sources, et surtout des sources thermales?

» Plusieurs causes concourent sans doute à produire la décomposition des roches silicatées. L'action simultanée de l'eau, de l'oxygène et de l'acide carbonique (1), les phénomènes de la nitrification, l'action des matières or-

(1) En 1833, M. Fournet avait proposé d'expliquer la formation des kaolins par l'action de l'acide carbonique.

ganiques, pendant la croissance ou la décomposition des végétaux, sur les principes minéraux du sol avec lequel elles sont en contact, peuvent être considérés comme les causes les plus actives de cette altération. La chaux, la magnésie, les alcalis seront entraînés à l'état de bicarbonates, de nitrates ou de sels organiques. Le fer pourra être entraîné à l'état de carbonate (eaux minérales), mais le plus souvent il se peroxydera dans la roche elle-même, et le peroxyde de fer produit pourra être subséquemment réduit et dissous par les matières organiques. J'examine avec détail, dans mon Mémoire, ces diverses réactions.

» Quant à l'alumine, elle n'est soluble ni dans l'eau pure ni dans l'eau chargée d'acide carbonique. Elle restera donc comme résidu insoluble de la décomposition, mais en retenant une certaine proportion de silice et formant une *argile*.

» J'aborde ensuite une autre question qui se lie intimement aux considérations qui précèdent. Si l'on compare en effet, d'une manière générale, la composition chimique des terrains stratifiés et celle des roches d'origine ignée, on trouvera dans ces deux cas les mêmes éléments fixes, mais des modes de combinaison essentiellement différents.

» Dans les roches d'origine ignée, on trouve du quartz et des silicates complexes dont les bases sont la potasse et la soude, la chaux et la magnésie, du fer et du manganèse ordinairement à l'état de protoxydes. Toutes les bases se trouvent ici dans le même état de combinaison.

» Dans les formations sédimentaires, nous retrouvons les mêmes éléments; mais les groupements moléculaires sont devenus beaucoup plus simples, et le mode de combinaison, loin d'être le même pour toutes les bases, comme dans les espèces des terrains ignés, est essentiellement variable d'une base à l'autre, suivant l'énergie des affinités de chacune d'elles.

» Nous retrouvons, dans les terrains formés par voie aqueuse, la silice, soit à l'état de quartz, comme dans les grès, les meulières, soit à l'état soluble dans les alcalis, comme dans la *gaise* des Ardennes.

» L'alumine se trouve constamment en combinaison avec la silice et l'eau dans les argiles; la chaux et la magnésie, le plus souvent à l'état de carbonates, quelquefois purs, le plus ordinairement mélangés avec des proportions variables d'argile, dans les calcaires marneux et les marnes. Le fer et le manganèse se trouvent généralement à l'état de suroxydes hydratés, *mêlés* en toutes sortes de proportions avec les groupes moléculaires précédents, mais isolés de toute combinaison avec la silice. Quant aux alcalis, on ne les rencontre plus qu'en faible proportion dans les terrains formés par voie aqueuse.

» Si les terrains de sédiment avaient été produits par une simple désagrégation des roches d'origine ignée, il est évident qu'on retrouverait dans les roches arénacées, les argiles par exemple, les mêmes éléments que dans les premières, dans les mêmes proportions et le même état de combinaison. Or, les argiles sont de véritables combinaisons de silice, d'alumine et d'eau, et elles possèdent des propriétés physiques et chimiques fort différentes de celles qui appartiennent aux silicates des roches ignées. Nous sommes donc en droit d'en conclure que la destruction de celles-ci a été accompagnée, dans la plupart des cas, de la décomposition chimique des minéraux qui les constituaient.

» De plus, si l'on généralise les résultats que j'ai obtenus dans les recherches qui précèdent, on trouvera que la décomposition des silicates complexes des roches plutoniques doit conduire précisément, pour chacune des bases qu'ils contiennent, au mode de combinaison que nous avons rencontré dans les formations sédimentaires. Ce résultat me paraît devoir expliquer avec une grande précision les rapports de composition qui existent entre les deux classes de terrains.

» Il est une autre question fort importante pour l'histoire du globe, et qui se lie aussi d'une manière intime aux recherches que je présente à l'Académie. Je veux parler des modifications qui peuvent être produites dans la composition de l'air atmosphérique, par suite de la formation ou de la décomposition des terrains. Il est aisé de voir que la décomposition des roches d'origine ignée tend constamment à séparer de l'air son oxygène et son acide carbonique, celui-ci par la formation des carbonates alcalins et terreux, l'autre par la suroxydation du fer et du manganèse. Ces causes d'absorption de deux principes si essentiels à la vie organique agissent, il est vrai, avec lenteur; mais il n'est pas douteux que leurs effets, en s'accumulant pendant une longue suite de siècles, ne puissent amener des changements notables dans la composition de notre atmosphère, s'ils n'étaient pas contre-balancés par des phénomènes physiques d'un ordre inverse. C'est par l'examen de ces réactions que je termine ce Mémoire. J'espère montrer, par la discussion des causes qui tendent à modifier la composition de l'air, toute l'importance des actions chimiques auxquelles prennent part les éléments minéraux de l'écorce solide du globe.

» Je me contenterai de signaler ici deux des causes qui me paraissent les plus importantes : les bouches volcaniques projettent constamment dans l'air de l'acide carbonique, comme nous le savons par les recherches de M. Boussingault sur les gaz des volcans des Andes, et par les récits des naturalistes

sur les environs du Vésuve ou d'autres volcans. Cette émission de gaz provient vraisemblablement de la décomposition de carbonates, sous l'influence de roches siliceuses et d'une haute température. S'il en est ainsi, on voit que la formation des silicates complexes des terrains volcaniques fournit à l'atmosphère de l'acide carbonique qui plus tard sera absorbé, solidifié de nouveau dans la décomposition lente qu'ils subiront.

» Quant aux causes qui tendent à restituer à l'atmosphère de l'oxygène emprunté aux éléments minéraux de la surface du globe, je me contenterai d'en indiquer une qui me paraît fort importante, et qui, je crois, n'a pas encore été signalée. On trouve le produit de cette réaction en assez grande abondance dans la plupart des formations sédimentaires pour que l'on soit autorisé à en conclure que sa production a été accompagnée de la mise en liberté d'une grande quantité d'oxygène. Je veux parler de la pyrite de fer. Les faits que je réunis dans mon Mémoire me semblent prouver, aussi clairement que possible, que la formation de ce minéral est due à la réaction des matières organiques en décomposition sur les sulfates alcalins ou terreux contenus dans les eaux marines, en présence de limons ferrugineux. La formule de cette réaction, dans laquelle je ne fais intervenir que le carbone de la matière organique, est la suivante :

$$2.Fe^2O^3 + 8SO^3CaO + 15C = 4FeS^2 + 8CaOCO^2 + 7CO^2.$$

On voit que les huit quinzièmes du carbone de la matière organique se minéralisent et se précipitent à l'état de carbonate de chaux; le reste se trouve restitué à l'atmosphère à l'état d'acide carbonique. Or, les 15 équivalents de carbone avaient abandonné 30 équivalents d'oxygène avant de passer dans l'organisation. Toute cette quantité d'oxygène reste définitivement acquise à l'atmosphère, par suite de la formation de la pyrite, puisque la matière organique se brûle ici par l'oxygène de l'acide sulfurique et du peroxyde de fer. Pour 3000 de pyrite formée ($4FeS^2$), il y a 3000 d'oxygène définitivement acquis à l'atmosphère. On en conclura facilement que tout l'oxygène contenu actuellement dans l'air correspond à peine à 50 centimètres d'épaisseur de pyrite répartie uniformément sur toute la surface du globe. Cette évaluation de la proportion de pyrites contenues dans les roches stratifiées me paraît plutôt au-dessous qu'au-dessus de la réalité. On peut juger, par là, de l'influence que la formation de ce minéral a dû avoir sur la composition de l'air aux diverses époques géologiques.

» La formation de la pyrite de fer peut se continuer encore aujourd'hui sur une grande échelle. On sait, en effet, par les expériences de M. Daniell,

que les eaux des mers intertropicales renferment souvent, tout le long des continents, de grandes quantités d'hydrogène sulfuré formé par la réaction des matières organiques amenées par les fleuves sur les sulfates contenus dans les eaux. Si les fleuves charrient en même temps des limons ferrugineux, toutes les conditions pour la formation de la pyrite au fond de la mer se trouveront réalisées. Une expérience directe qui se continue depuis plusieurs mois m'a déjà prouvé que du sulfure de fer se formait en quantité fort notable dans des circonstances identiques à celles que je viens d'indiquer.

» La composition de notre atmosphère est-elle arrivée à un état permanent d'équilibre, ou bien quel serait le sens de sa variation? Les moyens d'analyse que nous possédons sont maintenant assez précis pour que nous puissions léguer aux siècles futurs des éléments certains sur cette importante question. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Méthode de correction des éléments approchés des orbites des comètes, au moyen de trois observations; par* M. YVON VILLARCEAU. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Biot, Damoiseau, Binet.)

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a pour objet la correction des éléments des orbites des comètes, au moyen de trois observations, dans le cas où l'inclinaison du plan de l'orbite sur celui de l'écliptique n'est pas très-petite, ou plus généralement lorsque les rayons visuels menés de la Terre à la comète ne font pas un très-petit angle avec le plan de l'orbite. De ce dernier énoncé, il résulte que la méthode dont je vais donner brièvement l'exposé s'appliquerait, malgré la petite inclinaison de l'orbite, si la comète se trouvait dans le voisinage de la Terre aux époques des observations, et aussi qu'elle se trouverait en défaut, malgré la grandeur de l'inclinaison, pour les observations qui seraient faites aux époques où la Terre est très-près des nœuds. La méthode dont il s'agit peut encore être employée très-avantageusement, lorsqu'au lieu de trois observations on considère trois groupes d'observations voisines; j'indique aussi la manière dont on pourrait en faire usage en appliquant la *méthode des moindres carrés* aux équations de condition, si l'on voulait profiter de la facilité avec laquelle se forment les coefficients de ces équations, pour faire concourir au résultat un nombre quelconque d'observations, en avertissant toutefois que ce der-

nier mode de procéder ne me paraît pas assez rigoureux pour satisfaire complétement aux exigences actuelles de l'astronomie.

» Le but que j'ai eu principalement en vue a été d'éviter les *fausses positions*, dont les méthodes de correction dues à Laplace et à Legendre ne sont point entièrement exemptes. Les procédés ordinaires de la différentiation m'ont fourni des expressions simples, des coefficients des équations de condition, qu'il n'est pas nécessaire de calculer avec autant de chiffres significatifs, que les nombres dont les différences concourent à la formation des mêmes coefficients, lorsqu'on est obligé d'avoir recours aux *fausses positions*. J'ai cherché et réussi à éviter la résolution, par tâtonnements, de l'équation transcendante qui lie le temps à l'anomalie excentrique, dans le mouvement elliptique, ou à une auxiliaire analogue dans le mouvement hyperbolique. Il ne sera peut-être pas hors de propos d'ajouter que j'ai aussi appliqué au cas des inclinaisons quelconques un procédé peu différent de celui dont nous nous occupons ici, et fondé sur la considération de l'intersection du rayon visuel, avec la surface de révolution décrite par l'orbite supposée tourner autour du grand axe; je me réserve de produire ultérieurement le résultat de mes recherches sur cette partie du problème. Je termine le Mémoire, par une application numérique de la méthode, à la correction des éléments de la comète découverte par M. Mauvais en juillet 1844. Le résultat du calcul est que les erreurs subsistant entre les trois positions géocentriques observées, et celles calculées au moyen des éléments corrigés par une seule approximation, ne dépassent pas 0",6, malgré des corrections angulaires qui s'élèvent jusqu'à 9'.

Exposé de la méthode.

» Supposons connus, quatre seulement des six éléments de l'orbite: la longitude du nœud ascendant, l'inclinaison, la distance périhélie et l'excentricité. L'époque du passage au périhélie ne devant servir ici que pour distinguer si celle d'une observation lui est antérieure ou postérieure, et distinguer, par suite, le signe de l'anomalie vraie, n'a pas besoin d'être connue avec une grande approximation, d'autant moins que nous sommes obligés d'exclure les observations relatives à des positions de la comète, voisines du périhélie. Ceci posé, nous pourrons calculer, au moyen des données relatives à une observation, l'époque du passage au périhélie, et la distance de celui-ci au nœud ascendant. En effet, la position du plan de l'orbite étant connue par les deux premiers éléments ci-dessus, et la direction du rayon visuel

mené de la Terre à la comète, résultant des données de l'observation, le lieu de la comète sera déterminé par l'intersection de cette droite et du plan. La grandeur et la position du rayon vecteur de la comète en résulteront. L'équation polaire de l'orbite dans son plan donnera l'anomalie vraie au moyen du rayon vecteur, puisque la distance périhélie et l'excentricité sont supposées connues. (On se sert ici de la connaissance approchée de l'époque du passage au périhélie pour fixer le signe de l'anomalie vraie.) La position du périhélie dans le plan de l'orbite se trouve ainsi complétement déterminée. Maintenant, on pourra déduire de l'anomalie vraie l'anomalie excentrique, ou l'auxiliaire analogue du mouvement hyperbolique, et passer, de cette auxiliaire, à la valeur du temps qui sépare l'époque de l'observation, de celle du passage au périhélie, par une équation qui se présente résolue par rapport à ce temps. On voit donc comment on obtiendra les deux éléments inconnus, au moyen des quatre premiers, et se servant des données relatives à une seule observation.

» Pour abréger les énoncés, désignons respectivement par Ω, I, P, E, τ, $(\varpi - \Omega)$, la longitude du nœud ascendant, l'inclinaison, la distance périhélie, l'excentricité, l'époque du passage, et la distance du périhélie au nœud. Si les valeurs des éléments donnés, et les observations, étaient exactes, le calcul indiqué ci-dessus, appliqué à diverses observations, fournirait des valeurs de τ égales entre elles; il en serait de même pour celles de $(\varpi - \Omega)$. (Nous supposons qu'on fasse abstraction des perturbations.) Or, les éléments primitifs n'étant qu'approchés, et les observations affectées d'erreurs, on ne devra point s'attendre à obtenir des valeurs concordantes de τ, ni de $(\varpi - \Omega)$; mais on pourra se proposer de corriger les valeurs des éléments primitifs, de manière à obtenir la concordance de celles des deux derniers. Pour cela, observons qu'en vertu du mode précédent de détermination des valeurs de τ et $(\varpi - \Omega)$, celles-ci sont des fonctions de Ω, I, P, E, ce qui nous permettra de développer leurs accroissements par le théorème de Taylor. Si nous supposons les valeurs primitives assez approchées pour que les puissances et les produits des variations qu'elles auront à subir soient négligeables, nous pourrons mettre les variations de τ et $(\varpi - \Omega)$ sous les formes suivantes:

$$\delta\tau = A\,\delta\Omega + B\,\frac{\delta I}{\sin I} + C\,\frac{\delta P}{P} + G\,\delta E,$$

$$\delta(\varpi - \Omega) = A'\delta\Omega + B'\frac{\delta I}{\sin I} + C'\frac{\delta P}{P} + G'\delta E.$$

» Les coefficients A, A', etc., des seconds membres ont des valeurs déterminées dont nous donnerons ci-dessous les expressions, tandis que les varia-

tions $\delta\Omega$, etc., sont des variations indéterminées dont nous allons disposer pour obtenir la concordance des valeurs variées de τ et de $(\varpi - \Omega)$. Affectons de l'indice 1 les quantités qui se rapportent à la première observation, et de l'indice i celles qui se rapportent à l'une quelconque des autres, nous poserons les équations de condition

$$(\tau_i + \delta\tau_i) - (\tau_1 + \delta\tau_1) = 0,$$
$$[(\varpi - \Omega)_i + \delta(\varpi - \Omega)_i] - [(\varpi - \Omega)_1 + \delta(\varpi - \Omega)_1] = 0,$$

dont l'une établit la concordance des deux époques du passage au périhélie, et l'autre celle des deux distances du périhélie au nœud. Nous supposons, dans ces équations, $\delta\tau$ et $\delta(\varpi - \Omega)$ remplacés par leurs valeurs en fonction de $\delta\Omega$, $\frac{\delta I}{\sin I}$, etc.; on a ainsi deux équations entre quatre inconnues, et l'on voit que si l'on compare, de même, les résultats fournis par une troisième observation avec ceux fournis par la première, on aura deux nouvelles équations, c'est-à-dire autant que d'inconnues. Ces équations étant résolues, et les valeurs des inconnues portées dans celles de $\delta\tau$ et de $\delta(\varpi - \Omega)$, on formera les valeurs $(\tau_1 + \delta\tau_1), \ldots, (\tau_i + \delta\tau_i)$, qui seront égales, et donne-l'époque du passage. On obtiendra, de même, les valeurs concordantes de la distance du périhélie au nœud. Les inconnues $\delta\Omega$, $\frac{\delta I}{\sin I}$, etc., donneront $\delta\Omega$, δI, δP et δE; celles-ci, ajoutées respectivement à Ω, I, P et E, fourniront les valeurs corrigées de ces éléments.

» Sans entrer dans aucun développement analytique, je vais consigner ici les diverses formules que nécessite l'application de la méthode qui vient d'être exposée. Une même quantité pourra avoir plusieurs expressions, entre lesquelles on choisira, suivant les cas, afin d'obtenir les déterminations les plus faciles. Les longitudes, soit de la comète, soit de son périhélie, dans l'orbite, sont supposées égales à Ω augmenté de la distance au nœud ascendant, comptée dans le sens du mouvement héliocentrique de la comète. L'inclinaison varie de 0 à 180 degrés; elle est < 90 degrés dans le mouvement direct, et > 90 degrés dans le mouvement rétrograde. Dans ces mêmes formules, $\delta\Omega$, δI et les différences des valeurs de $(\varpi - \Omega)$ sont considérés comme devant être exprimés en nombres abstraits.

» Soient : à l'instant t d'une observation, α la longitude observée de la comète, corrigée de l'aberration et de la parallaxe, puis de la précession et de la nutation; θ' sa latitude corrigée de l'aberration et de la parallaxe; θ la même latitude corrigée, en outre, d'un terme dû à la latitude solaire; r son rayon vecteur; V son anomalie vraie; v sa longitude dans l'orbite; ρ sa

distance à la Terre ; ⊙ la longitude du Soleil, corrigée de l'aberration, de la précession et de la nutation; R le rayon vecteur terrestre; l la longitude héliocentrique de la comète, qu'on pourra se dispenser de calculer ; k le moyen mouvement héliocentrique de la Terre, corrigé du terme introduit par la masse de celle-ci (lorsqu'on prend le jour solaire moyen pour unité de temps, on a $\log k = 8{,}235\,5814$) ; U une auxiliaire dont la signification géométrique est donnée par la relation $\mathrm{RU} = \rho \cos\theta$.

» On calculera successivement θ, U et r par les formules

$$\theta = \theta' - \frac{\mathrm{R}}{\rho}\cos\theta' \times \text{latit. solaire},$$

$$\mathrm{U} = \frac{\sin(\Omega - \odot)}{\sin(\Omega - \alpha) + \cot \mathrm{I} \operatorname{tang}\theta},$$

$$\frac{r^2}{\mathrm{R}^2} = 1 - 2\mathrm{U}\cos(\odot - \alpha) + \frac{\mathrm{U}^2}{\cos^2\theta}.$$

» La distance $(v - \Omega)$ de la comète au nœud se déduira de l'une des trois solutions suivantes :

$$\sin(v - \Omega) = \frac{\mathrm{U}\operatorname{tang}\theta}{\frac{r}{\mathrm{R}}\sin \mathrm{I}}, \qquad \begin{cases} \operatorname{tang}(l - \odot) = \dfrac{\mathrm{U}\sin(\odot - \alpha)}{1 - \mathrm{U}\cos(\odot - \alpha)}, \\ \operatorname{tang}(v - \Omega) = \dfrac{\operatorname{tang}(l - \Omega)}{\cos \mathrm{I}}, \end{cases}$$

$$\operatorname{tang}(v - \Omega) = -\frac{\sin(\Omega - \odot)}{\sin(\odot - \alpha)\cot\theta \sin \mathrm{I} + \cos(\Omega - \odot)\cos \mathrm{I}}.$$

» L'équation de l'orbite donnera V au moyen de r, et l'on obtiendra facilement $t - \tau$, et par suite τ, quand l'orbite ne sera pas très-allongée ; dans ce dernier cas, je passe de r à $t - \tau$, par les équations

$$\eta = \frac{r}{\mathrm{P}} - 1,$$

$$t - \tau = \pm \frac{\mathrm{P}^{\frac{3}{2}}}{k}\sqrt{\frac{2}{\mathrm{E}}}\sqrt{\eta}\left\{ \begin{array}{l} 1 + \frac{1}{4}\left(1 + \frac{1}{3\mathrm{E}}\right)\eta + \frac{1}{4.8}\left(1 + \frac{3}{5\mathrm{E}}\right)\frac{1 - \mathrm{E}}{\mathrm{E}}\eta^2 \\ \quad + \frac{1.3}{4.8.12}\left(1 + \frac{5}{7\mathrm{E}}\right)\left(\frac{1 - \mathrm{E}}{\mathrm{E}}\right)^2\eta^3 + \text{etc.} \end{array} \right\},$$

ou bien, je calcule $t - \tau$ par la formule

$$t - \tau = \frac{2}{k}\left(\frac{\mathrm{P}}{1 + \mathrm{E}}\right)^{\frac{3}{2}}\operatorname{tang}\frac{1}{2}\mathrm{V}\left\{ \begin{array}{l} 1 + \mathrm{E} + \left(\mathrm{E} - \frac{1}{3}\right)\operatorname{tang}^2\frac{1}{2}\mathrm{V} - \left(\mathrm{E} - \frac{1}{5}\right)\frac{1 - \mathrm{E}}{1 + \mathrm{E}}\operatorname{tang}^4\frac{1}{2}\mathrm{V} \\ \quad + \left(\mathrm{E} - \frac{1}{7}\right)\left(\frac{1 - \mathrm{E}}{1 + \mathrm{E}}\right)^2\operatorname{tang}^6\frac{1}{2}\mathrm{V} - \text{etc.} \end{array} \right\}.$$

Dans tous les cas, la distance du périhélie au nœud, est

$$(\varpi - \Omega) = (v - \Omega) - V.$$

» Maintenant, τ et $(\varpi - \Omega)$ étant calculés, on déduira les valeurs des coefficients A, B, C, G, qui entrent dans l'expression de $\delta\tau$, des équations

$$\frac{A}{\cos(v - \Omega)} = -\frac{B}{\sin(v - \Omega)} = \frac{\sqrt{P(1+E)}}{kE}\,\frac{r}{\sin V}\,\frac{\frac{U^2}{\cos^2\theta} - U\cos(\odot - \alpha)}{\frac{r}{R}\sin(\Omega - \odot)},$$

$$C = \frac{\sqrt{P(1+E)}}{kE}\,\frac{r}{\sin V} - \frac{3}{2}(t - \tau),$$

$$G = \frac{1}{1-E}\left[\frac{P^{\frac{3}{2}}}{k\sqrt{1+E}}\left(1 + \frac{1}{E} + \frac{r}{P}\right)\operatorname{tang}\frac{1}{2}V - \frac{3}{2}(t - \tau)\right].$$

» Dans le cas des orbites allongées, cette valeur de G, devra être remplacée par la série

$$G = \frac{1}{k}\left(\frac{P}{1+E}\right)^{\frac{3}{2}}\operatorname{tang}\frac{1}{2}V\left\{\begin{array}{l} 1 + \frac{1}{E} + \operatorname{tang}^2\frac{1}{2}V + \left(1 - 4\,\frac{1-E}{1+E}\right)\frac{\operatorname{tang}^4\frac{1}{2}V}{5} \\ - \left(2 - 5\,\frac{1-E}{1+E}\right)\frac{1-E}{1+E}\,\frac{\operatorname{tang}^6\frac{1}{2}V}{7} \\ + \left(3 - 6\,\frac{1-E}{1+E}\right)\left(\frac{1-E}{1+E}\right)^2\frac{\operatorname{tang}^8\frac{1}{2}V}{9} - \text{etc.}\end{array}\right\}.$$

» Les coefficients de $\delta(\varpi - \Omega)$, ont pour expressions

$$A' = k\sqrt{P(1+E)}\,\frac{A}{r^2} - \frac{1 - U\cos(\odot - \alpha)}{\frac{r}{R}\sin(\Omega - \odot)}\sin(v - \Omega),$$

$$B' = -(A' + \cos I)\operatorname{tang}(v - \Omega),$$

$$C' = \frac{P(1+E)}{E\,r\sin V}, \qquad G' = \frac{\operatorname{tang}\frac{1}{2}V}{E(1+E)}.$$

» La valeur ci-dessus de B', prend la forme $\frac{0}{0}$, pour $(v - \Omega) = \pm 90°$; aux environs de cette position de la comète, il est indispensable de calculer

B′ par la formule suivante :

$$B' = k\sqrt{P(1+E)}\frac{B}{r^2} + \frac{\sin(\odot - \alpha)\cos I - \cos(\Omega - \odot)\tang\theta \sin I}{\frac{r}{R}[\sin(\Omega - \alpha) + \cot I \tang\theta]}\sin(v - \Omega);$$

on peut alors tirer A′ de l'équation

$$A' = -\cos I - B'\cot(v - \Omega).$$

» Je terminerai ce rapide exposé en disant comment devraient être modifiées les équations de condition relatives à l'époque du passage, dans le cas où l'on serait tenté d'appliquer la *méthode des moindres carrés*, malgré le défaut de rigueur qu'elle présente dans le circonstance actuelle. Soit Θ l'époque corrigée du passage au périhélie, chaque observation fournira une équation de la forme

$$\Theta - (\tau_i + \delta\tau_i) = 0.$$

» Pour rendre comparables les erreurs de temps, aux erreurs angulaires de l'espèce de $(\varpi - \Omega)$, il faudrait multiplier les diverses équations, telles que la précédente, par le facteur variable $\frac{k\sqrt{P(1+E)}}{r_i^2}$, et les équations de condition relatives à la concordance des valeurs de l'époque du passage au périhélie, deviendraient

$$\frac{k\sqrt{P(1+E)}}{r_i^2}[\Theta - (\tau_i + \delta\tau_i)] = 0.$$

» C'est à ces équations, jointes à celles relatives aux distances du périhélie au nœud, et contenant, de plus que les précédentes, la nouvelle inconnue Θ, que s'appliquerait alors la *méthode des moindres carrés*. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mémoire sur l'origine des météores ignés, sur leur composition et sur les phénomènes qui accompagnent la chute des aérolithes; par* M. VALLET D'ARTOIS.

(Commissaires, MM. Arago, Pouillet, Babinet.)

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Description d'un moyen économique propre à rendre réfractaires les argiles communes; par* M. GAFFARD fils.

(Commissaires, MM. Al. Brongniart, Berthier, Regnault.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Échantillons de zinc tréfilé.* (Note de M. **Boucher.**)

(Commissaires, MM. Arago, Becquerel, Berthier, Dumas, Regnault.)

« On avait souvent essayé de tréfiler le zinc; on n'avait pu y parvenir, les fils obtenus se rompant à peu près comme le verre.

» Après quelques essais, j'ai été plus heureux que mes devanciers, et je suis parvenu à faire des fils de zinc de tous les diamètres d'une très-grande souplesse, présentant toutes les qualités d'un excellent fil métallique. On connaît les propriétés du zinc; les fils de zinc que j'obtiens sont donc destinés à rendre quelques services. Partout où une tension très-grande n'est pas indispensable, les fils de zinc peuvent être substitués avec avantage aux fils de fer, de cuivre et de laiton. Les usages auxquels on emploie le fil de zinc sont importants, leur nombre s'accroît tous les jours; voici les principaux : toutes les espèces de grillages, toutes les espèces de treillages, les toiles métalliques, les fils pour l'horticulture, les agrafes, les pointes pour bois tendres, les cordes pour blanchisseries. Peut-être pourra-t-on aussi les employer pour les télégraphes électriques et les cordes des paratonnerres. Ils conviennent enfin pour tous les usages où l'air et la main de l'homme peuvent amener sur les fils métalliques ordinaires une oxydation désagréable ou dangereuse.

» Quant aux prix des fils de zinc, il importe d'observer que le prix de ce métal a doublé pendant ces dernières années, et que, malgré cette augmentation, je suis parvenu à livrer au commerce des fils de zinc au-dessous des prix du fil de fer galvanisé, et de 40 pour 100 au-dessous des prix du fil de laiton. »

M. **Aubert** adresse une Note concernant les *machines à vapeur*, dans la construction desquelles il propose d'introduire une modification qui aurait, suivant lui, pour résultat de diminuer les pertes de force, et de prévenir certaines chances d'explosion.

(Renvoi à la Commission des machines à vapeur.)

M. **Grenier** adresse une nouvelle Note relative au moyen qu'il a proposé pour *prévenir le déraillement de véhicules* marchant sur les chemins de fer.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Vallade**, en adressant un Mémoire imprimé sur les mesures législatives qu'il conviendrait de prendre pour *assurer à tous les sourds-muets de la*

France le bienfait de l'éducation, demande que ce Mémoire soit admis à concourir pour le prix concernant les Arts insalubres.

La Commission des Arts insalubres sera appelée à se prononcer sur cette demande.

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE. — *Sur l'emploi de la terre comme conducteur par le télégraphe électrique.* (Lettre de M. **Ch. Matteucci** à M. *Arago*.)

« J'espère que vous lirez avec quelque intérêt les nouvelles expériences que je viens de tenter encore une fois sur l'emploi de la terre comme conducteur télégraphique. Peut-être cette Lettre vous arrivera-t-elle au moment où vous exécutez vos grandes expériences à Paris, et assez à propos pour faire sur une large échelle ce que je suis forcé de faire en petit. Les expériences de M. Magrini m'ont paru si extraordinaires, et conduire à des résultats si nouveaux pour la science, que j'ai commencé par répéter ces expériences, en employant, pour l'isolement du fil, tout le soin possible. J'ai de nouveau tiré mon fil de cuivre, n° 8, du commerce, sur une des grandes routes du parc du Grand-Duc, près de Pise. Les pieux en bois sec avec lesquels je soutiens le fil ont été entièrement couverts de dix couches de vernis à l'essence de térébenthine, et laissés pendant plusieurs jours au soleil. Ces pieux sont fixés dans le sol, à la distance de 8 à 10 mètres les uns des autres; il faut avoir soin de ne pas laisser ces pieux étendus par terre avant de les fixer. La longueur de fil que j'ai tendu était de 1 740 mètres. Chaque pieu étant haut de $1^m,50$, le fil est élevé au-dessus du sol au moins de 1 mètre. Il faut parcourir toute la ligne avant de commencer l'expérience, pour bien s'assurer que le fil n'est touché en aucun point par des corps plus ou moins conducteurs qui communiquent avec la terre. Pour m'assurer de l'isolement, j'ai fait une première expérience en interrompant le fil près d'une de ses extrémités, et en introduisant un galvanomètre et une pile de quatre éléments de Bunsen, chargée avec de l'eau légèrement acidulée. Par excès de précaution, le galvanomètre et la pile posent sur une lame de verre couverte de vernis. Le galvanomètre employé était à fil long et avec un système astatique parfait. C'est un galvanomètre de M. Rumkorf que j'emploie dans mes expérience d'électricité animale. L'aiguille est restée parfaitement à zéro. En opérant à l'air, il faut mettre le galvanomètre à l'abri du vent, et, pour essayer l'isolement du fil, afin de ne pas donner des secousses au galvanomètre, il est bon de tenir

le galvanomètre réuni au fil, et d'introduire ou d'enlever la pile, en faisant plonger dans le liquide et en l'en retirant, le dernier zinc soutenu par un manche isolant. Du reste, quand on a tenté quelques expériences de ce genre, on s'habitue bientôt à toutes les précautions nécessaires, de quelque manière qu'on veuille les varier.

» L'isolement était donc parfait dans mon fil. En le faisant toucher par des mains bien essuyées en deux points différents entre lesquels se trouvent le galvanomètre et la pile, aussitôt l'aiguille était poussée vers 90 degrés. Dans une de mes expériences, on avait, par mégarde, jeté les pieux sur la terre, qui était encore un peu humide par la rosée, avant de les planter et de tendre le fil. Il ne me fut plus possible d'avoir l'isolement. Après m'être assuré de l'isolement de mon fil de la manière décrite, j'ai ôté la pile en laissant le galvanomètre. A une des extrémités du fil, j'ai lié une plaque de zinc, que j'ai descendue dans l'eau d'un fossé, jusqu'à la plonger entièrement, en la soutenant avec une corde. Je répète que, par excès de précaution, tout était isolé, c'est-à-dire que la portion du fil qui descendait dans l'eau ne touchait pas le sol avant d'arriver à l'eau, et que la plaque de zinc était soutenue par une ficelle isolante. On avait ainsi une plaque de zinc dans l'eau, réunie à un fil de cuivre long de 1740 mètres, et parfaitement isolé du sol. Le galvanomètre faisait partie du fil conducteur et se trouvait placé à l'extrémité qui terminait avec la lame. Il y a des précautions à observer pour que l'expérience puisse être exacte. Ainsi, si le fil qui communique avec la plaque est déjà réuni au galvanomètre, et si, en prenant l'autre bout du fil avec la main, on vient à toucher l'autre extrémité du galvanomètre, on a un courant qui dure pendant tout le temps que l'on tient ce bout de fil à la main. De cette manière, le circuit est complété avec l'eau, la terre, le corps de l'observateur, le fil de cuivre, le galvanomètre et la plaque de zinc. Le courant cesse aussitôt qu'on cesse de toucher le fil avec la main. Pour ne pas obtenir ce courant, il faut commencer par réunir le bout du long fil en cuivre isolé avec une des extrémités du galvanomètre, et puis réunir avec l'autre extrémité le fil qui va à la plaque. De même, on n'obtient aucune trace de courant en opérant de la première manière, en tenant le bout du long fil avec un manche isolant. Au lieu de la plaque de zinc, j'en ai mis une de fer, et puis une de cuivre, et puis une d'étain, et puis une d'argent : jamais il n'y a eu aucune trace sensible de courant. Il est donc bien prouvé qu'un fil de cuivre parfaitement isolé du sol, long de 1740 mètres, et terminé, à une extrémité, dans l'air, et à l'autre, avec une lame métallique quelconque plongée dans

l'eau d'un puits ou d'un fossé, n'est jamais parcouru par un courant, sensible au galvanomètre très-délicat que j'ai décrit.

» J'ignore les modifications qui peuvent être apportées à cette conclusion, en employant un fil long de plusieurs kilomètres, mais il me semble que l'on peut les prévoir. Dans la disposition précédente, on obtient tout de suite le courant, pourvu qu'un corps quelconque en communication avec le sol touche le fil; seulement on voit l'intensité du courant varier avec la conductibilité du corps que touche le fil. Je rapporterai ici un résultat qui me semble assez important pour guider l'expérimentateur. J'ai déjà cité le cas des pieux qui avaient été jetés sur le sol encore couvert de rosée; en employant ces pieux, on avait des signes de courant avec la disposition que j'ai décrite, c'est-à-dire avec la lame métallique plongée dans l'eau. Dans une autre expérience, l'isolement était parfait au commencement; puis, la pluie étant venue, l'isolement n'était plus parfait, comme on devait s'y attendre, et alors les signes du courant ont commencé et ont persisté. Voyons maintenant la direction du courant. Lorsque c'est une plaque de zinc, ou de fer, ou d'étain, qui plonge dans l'eau, le courant est dirigé de manière à entrer dans le galvanomètre du long fil, c'est-à-dire qu'il va comme il doit aller, du zinc à l'eau, à la terre, au fil par les pieux mouillés, comme il entre dans le fil par le corps de l'observateur, quand on fait l'expérience avec le fil isolé. En employant une lame d'argent plongée dans l'eau, le courant a la direction contraire, c'est-à-dire qu'il entre dans le galvanomètre par le fil qui est réuni à la lame d'argent. Il est clair que, dans ce cas, c'est le fil de cuivre qui est attaqué par l'eau qui mouille les pieux, et qui va de là au sol, à l'eau, à la lame d'argent. On peut faire très-bien cette expérience, lorsque le fil est parfaitement isolé. Qu'on ait une lame en argent ou en platine plongée dans l'eau, et qu'on touche le fil avec les mains mouillées d'eau pure, ou légèrement salée, alors le courant sera dirigé, comme précédemment, du fil de cuivre à l'observateur, au sol, à l'eau, à la lame d'argent. Tous ces résultats sont parfaitement simples, faciles à prévoir du reste, et d'accord avec nos connaissances. Enfin, voici ce qu'on obtient quand c'est une plaque de cuivre qui plonge dans l'eau : soit avec les pieux mouillés, soit en touchant le fil avec la main, les signes du courant sont très-faibles; mais on peut dire que la direction du courant est toujours comme si le fil, au lieu de la plaque, était attaqué par le liquide. En opérant avec le fil parfaitement isolé, et en le touchant avec la main mouillée d'eau légèrement acidulée, le courant est fort et dirigé du fil à main, ainsi que cela doit être. Pour s'expliquer le cas des pieux mouillés, il faut donc admettre qu'il y a plus de surface de cuivre en contact avec le liquide dans la somme des

points du fil qui touche les pieux, qu'il n'y en a dans la lame qui plonge dans l'eau; ce qui est bien possible dans mon cas, car je n'avais pour toutes mes lames qu'un demi-mètre carré de surface.

» Venons maintenant à une autre expérience très-simple, et qui semble aussi très-importante pour la télégraphie électrique. Mon fil, long de 1 740 mètres, parfaitement isolé, est terminé par deux lames en fer-blanc plongées dans l'eau de deux fossés, qui sont à la distance à peu près de la longueur du fil; les deux fossés ne communiquent pas directement ensemble. J'avais dans le circuit la pile de quatre couples de Bunsen, et le galvanomètre comparable de Nobili. Dans une première expérience, la pile et le galvanomètre étaient à côté l'un de l'autre, à une des extrémités du fil; dans une seconde expérience, la pile est restée en place, et le galvanomètre a été porté à l'autre extrémité. L'aiguille s'est fixée à 27 degrés exactement dans les deux cas, ce qui prouve le parfait isolement du fil; alors j'ai fait enlever tous les pieux, et le fil a été étendu dans toute sa longueur sur la terre couverte de gazon. L'aiguille du galvanomètre s'est fixée également à 27 degrés comme précédemment, soit que le galvanomètre fût à côté de la pile, soit qu'il fût à l'autre extrémité. On voit donc que l'isolement a été parfaitement inutile dans cette expérience, et que le courant a été transmis de la même manière par le circuit mixte, soit que le fil en cuivre fût isolé, soit qu'il ne le fût pas. Il ne faut pas croire pour cela que la chose fût la même avec des circuits plus longs, comme je l'ai déjà trouvé dans mes premières expériences, et dans des localités dans lesquelles le terrain fût moins humide.

» Peut-être suffirait-il pour certaines longueurs, ne voulant pas isoler le fil, de l'employer d'un diamètre plus grand. Ce qui est certain et ce qui résulte de mes premières expériences, de celles faites à Milan, de la plus grande, faite dernièrement en Angleterre à la distance de 88 milles avec plusieurs milles en terre, et de la dernière expérience que je viens de rapporter, c'est que la résistance d'un circuit mixte, fil et terre, est moindre que celle du circuit de la même longueur tout en fil de cuivre. Cela n'empêche pas qu'en faisant une suite d'expériences dans lesquelles on introduit des longueurs très-grandes et variables de terre, il est possible qu'on parvienne à trouver la résistance de la terre, ce que je n'ai pas trouvé en opérant sur des longueurs qui n'ont jamais dépassé 2 000 mètres. M. Magrini, en opérant sur des longueurs de plusieurs kilomètres, a trouvé cette résistance, et il donne pour l'équivalent de 1 kilomètre de terre, 273 mètres de son fil en cuivre; mais il serait à désirer que ces expériences fussent répétées et que les conclusions fussent déduites de différences plus grandes dans les dévia-

tions de l'aiguille du galvanomètre. En effet, je trouve décrites dans le Mémoire, en italien, de M. Magrini, les expériences suivantes. Son circuit était composé de 4 kilomètres de fil et de 1 kilomètre de terre, et puis de 2, de 3 et, enfin, de 4 kilomètres de terre. Les déviations moyennes qu'il rapporte dans ce Mémoire sont les suivantes : $22\frac{5}{8}$, $21\frac{11}{16}$, 21, 20. Je ne sache pas qu'en lisant le galvanomètre on puisse répondre d'une fraction de degré, lorsque l'aiguille, même sur le cadran ordinaire, a un diamètre plus grand que l'intervalle de 1 degré. Je persiste donc, jusqu'à ce que de nouvelles expériences m'aient fait changer d'opinion, à regarder la résistance de la terre pour le courant électrique comme nulle ou presque nulle, excepté celle qu'on rencontre au premier passage ou changement de conducteur, qui est constante, quelle que soit la distance entre les deux puits. Le résultat singulier auquel j'étais parvenu l'an passé, c'est-à-dire que dans un circuit mixte, fil et terre, dans lequel il y a au moins 2000 mètres de terre, la résistance serait moindre que celle due au seul fil de cuivre, a été vérifié de nouveau dans la même localité; je l'ai trouvé et je le trouve si singulier, que j'invoque encore de nouvelles expériences à ce sujet. Il est bien possible que l'effet soit dû à un faible courant qui persiste toujours, développé par les deux lames extrêmes et qui circule avec celui de la pile.

» Venons enfin aux essais que j'ai tentés pour établir un télégraphe électrique entre deux points séparés entre eux par la mer comme serait par exemple le cas de Douvres à Calais. Il est impossible d'imaginer seulement de tendre en l'air un fil de cuivre à cette distance. Je crois la chose possible, quoique immensément difficile, si l'on laisse aller le fil dans l'eau. J'ai fait, à travers l'Arno, une expérience, à la vérité comparativement très-petite, mais cependant du même genre. Je choisis deux puits aux deux bords de l'Arno; une lame métallique plonge dans l'eau de chaque puits et est réunie à un fil en cuivre qui arrive isolé du sol jusqu'au point où il plonge dans l'eau. Je me tiens sur un des bords avec un galvanomètre introduit dans le fil, et j'ai un faible courant développé entre la lame et le fil qui plonge dans la rivière; je fais introduire la pile de quatre éléments de Bunsen dans le fil du bord opposé, et à l'instant l'aiguille est poussée à 90 degrés. Il est donc évident qu'au moins une partie du courant circule dans le fil de cuivre plongé dans la rivière et revient par le sol interposé entre les deux puits. Dans une autre expérience, une pile de Faraday de quinze éléments est plongée au milieu de la rivière, et ses deux pôles extrêmes sont réunis avec deux fils aux lames qui plongent dans les deux puits. Lorsque la pile ne plonge pas dans la

rivière, le galvanomètre indique un faible courant dont nous connaissons l'origine.

» Quand la pile est plongée, l'aiguille va à 90 degrés, et toujours le circuit se complète par la terre comprise entre les deux puits.

» Si l'on voulait étendre ces résultats au cas de Douvres à Calais, des difficultés énormes se présenteraient; mais les deux grandes nations que la Manche sépare savent bien en vaincre d'autres. Je dois ajouter aussi que mes expériences sont faites dans des conditions très-défavorables, et je mettrai en première ligne la communication directe entre l'eau de mes puits et celle de la rivière.

» Enfin, je veux vous communiquer encore un projet qui présente moins de difficultés que le précédent, mais qui a, du moins en apparence, beaucoup moins de chances de succès que le premier. Imaginez deux arcs métalliques isolés du sol, et les extrémités de chacun de ces arcs terminées par de grandes plaques métalliques. Les deux plaques les plus rapprochées de ces deux arcs plongent dans le même liquide, qui peut être l'eau d'un bassin, une rivière ou la mer; les deux autres plaques plongent dans l'eau de deux puits ou sont couchées sur le sol; enfin, l'un des arcs est interrompu par la pile, l'autre par un galvanomètre qui en font partie. J'ai fait l'expérience dans un bassin de 3 mètres de diamètre, et l'expérience a réussi; c'est-à-dire qu'en fermant le circuit de la pile, l'aiguille est allée à 90 degrés, et le circuit se faisait évidemment à travers l'eau du bassin, d'une part, et le sol, de l'autre. Évidemment, pour que cela réussisse, il faut imaginer qu'entre les deux lames du même arc, interrompu par la pile, la résistance soit plus grande que celle de toute la couche de la terre qui sépare les deux puits. C'était bien le cas de mon bassin, qui n'était pas profond et qui était bâti en briques. L'expérience a manqué quand, au lieu du bassin, j'ai interposé le fleuve de l'Arno. Conclurons-nous, d'après cela, qu'il serait impossible que cela réussît à travers la mer? je n'oserais pas l'assurer d'une manière absolue. Imaginez donc deux puits à une assez grande distance des bords de la mer, séparés même de ses bords par une chaîne de montagnes, si cela est possible; faites ces puits très-profonds, entourez-les jusqu'en bas par des briques presque isolantes, ayez égard à la bonne conductibilité de l'eau de la mer, et, si je ne me fais pas une énorme illusion en ce moment, il me semble permis de conserver quelque espoir.

» Ce n'est qu'à raison de la grandeur du résultat que l'on obtiendrait que j'ai la confiance d'être excusé, par vous et par le monde savant, d'avoir rendu public un projet qui a bien les apparences d'un rêve, mais que je désire de tout mon cœur voir se réaliser. »

CHIMIE. — *Note sur le dosage de l'azote dans les matières organiques;* *par* M. **Melsens**.

« Une longue habitude des dosages d'azote m'a appris que, lorsqu'on veut doser ce corps d'une manière absolue, dans les matières qui en contiennent peu, dans celles qui sont d'une combustion difficile ou pour lesquelles on ne peut contrôler ses résultats, etc., il faut prendre des précautions que la facilité avec laquelle s'exécute l'analyse organique a sans doute fait négliger souvent dans ces dernières années.

» Je n'ai rien changé à la méthode qui est généralement employée en France, et je dirais même qu'il suffit de s'astreindre rigoureusement au procédé décrit dans le cinquième volume de la *Chimie* de M. Dumas pour obtenir des résultats nets. Les chimistes qui ont des dosages d'azote à faire me sauront gré, je l'espère, d'avoir publié les quelques observations qui suivent.

» Le carbonate de plomb, qu'on employait jadis pour balayer l'air de l'appareil, a été remplacé par le bicarbonate de soude.

» Il faut préparer ce corps soi-même, ou bien il faut s'assurer, quand on fait usage de celui du commerce, que dans une combustion faite à vide il ne produit aucun gaz non absorbable par la lessive de potasse.

» La matière qu'il s'agit d'analyser doit être broyée avec un soin extrême avec de l'oxyde de cuivre préparé par la décomposition du nitrate de cuivre.

» La décomposition du nitrate de cuivre doit se faire à une température peu élevée; quand on s'en est procuré une certaine quantité, il faut, par une combustion simulée à vide, s'assurer qu'il ne cède pas de gaz non absorbable par la potasse, et pouvant provenir de la décomposition du sous-nitrate qui le souillerait.

» Quand je fais une série de dosages, je me prépare tous les matériaux nécessaires : cuivre métallique réduit par l'hydrogène, oxyde grossier fait au moyen de planures grillées, oxyde fin par la décomposition du nitrate, bicarbonate de soude. Je simule une combustion avec ces matériaux soit à vide complétement, soit en introduisant $0^{gr},300$ ou $0^{gr},400$ de sucre candi dans le tube à combustion. Avec des matériaux bien préparés, on obtient $\frac{1}{2}$ ou $1\frac{1}{2}$ centimètre cube de gaz que la potasse n'absorbe pas. Dans la plupart des cas, cette cause d'erreur peut se négliger.

» On obtient toujours 3 ou 4 dixièmes de centimètre cube de gaz non absorbable par la potasse dans les combustions à vide, même en prenant la précaution de faire le vide plusieurs fois dans l'appareil rempli d'acide car-

bonique, et en balayant longtemps avec l'acide carbonique avant de le recevoir dans l'éprouvette à potasse.

» Dans les quelques exemples que je cite ici, ces expériences préliminaires ont toujours été faites.

» Voici, pour la sciure de bois par exemple, lorsqu'on n'est par prévenu, jusqu'où peuvent aller les différences qu'on observe dans diverses opérations, faites sur la même matière :

» $1^{gr},063$ de sciure de bois ont été mélangés intimement avec de l'oxyde du nitrate; l'analyse donne Az = 1,01.

» $0^{gr},627$ de la même sciure ont été mélangés intimement avec de l'oxyde de cuivre provenant de la calcination de planures de cuivre; cet oxyde a été finement pulvérisé avant son mélange avec la sciure; l'analyse donne Az = 0,28.

» Il ne faut pas décomposer le nitrate de cuivre à une température trop élevée; voici un exemple de la différence qu'on peut obtenir dans ce cas :

» $1^{gr},260$ d'une autre sciure de bois mélangée avec de l'oxyde fin donnent Az = 0,94.

» $1^{gr},024$ de la même sciure broyée avec le même oxyde, mais préalablement chauffé de façon à le rendre un peu cohérent, donnent Az = 0,53.

» Ces résultats ne doivent être regardés que comme approximatifs.

» On voit, par ces deux exemples auxquels je pourrais en joindre beaucoup d'autres, que, par exemple, la valeur d'un engrais déterminé par l'une ou par l'autre méthode varierait trop pour laisser l'agriculture dans ce doute, aujourd'hui que le dosage de l'azote dans les engrais est devenu une opération industrielle; puisqu'on n'en apprécie la valeur que par l'azote qu'ils contiennent. L'agriculture a le droit d'attendre des chimistes une méthode rigoureuse.

» S'agit-il de doser l'azote dans les matières albuminoïdes, on retrouve des différences notables dans des opérations faites sur la même matière, mais entourées de plus ou moins de soin.

» Je prends la fibrine pour exemple :

» Les moyennes des analyses présentées par M. Scherer donnent 15,8 pour 100 d'azote (par le procédé de MM. Will et Varrentrapp).

» D'après M. Mulder, elle est de 15,7 (procédé de M. Gay-Lussac).

» MM. Dumas et Cahours ont trouvé en moyenne 16,6 pour 100, et au maximum 17 pour 100.

» En prenant la précaution d'avoir des mélanges très-intimes, m'assurant que l'excès de gaz que me donnaient mes analyses ne pouvait provenir d'aucun des matériaux employés, et faisant, du reste, l'analyse eudiométrique

de l'azote obtenu, la moyenne de mes analyses me donne 17,7 pour 100 d'azote.

» Je prends des tubes de $1^m,10$ à $1^m,25$ pour les dosages d'azote. Les matières y sont disposées de la manière suivante : carbonate de soude, 10 centimètres environ; oxyde grossier, 20 centimètres, matière broyée avec l'oxyde du nitrate, puis délayée avec de l'oxyde grossier, 30 centimètres; oxyde grossier, 30 centimètres; cuivre métallique, 20 centimètres. On tasse le tout en imprimant des secousses au tube.

» La portion du tube qui contient l'oxyde et la matière à brûler est maintenue à la température la plus élevée que supportent les tubes. Celle qui correspond au cuivre métallique est maintenue au rouge sombre. Cette dernière précaution m'a semblé éviter complétement la formation du bioxyde d'azote.

» L'état de cohésion des matières albuminoïdes intervient, sans doute, dans la manière dont la combustion s'opère dans l'atmosphère d'acide carbonique qui remplit le tube à combustion.

» Je cite encore un exemple:

» D'après M. Mulder, la portion de la fibrine qui ne se dissout pas dans l'eau bouillante renferme 14,8 pour 100 d'azote.

» D'après MM. Dumas et Cahours, la quantité d'azote s'élve à 16,0 pour 100 environ.

» Mes nombres diffèrent complétement de ceux-ci. Je trouve, comme moyenne de neuf analyses provenant de deux préparations, 19,5 pour 100 d'azote. Toutefois je dois ajouter que les phénomènes qui se passent dans l'ébullition de la fibrine avec l'eau méritent une étude plus approfondie que celle que j'en ai faite.

» D'autres matières albuminoïdes m'ont donné des résultats sensiblement différents de ceux admis aujourd'hui.

» J'ai fait des essais pour brûler les matières organiques azotées avec d'autres comburants; ils trouveront leur place ailleurs.

» Si, parmi les précautions que j'indique, il y en a qui paraissent exagérées, les expérimentateurs en feront bon droit.

» M. Dumas m'a engagé à reprendre à fond cette question si importante du dosage de l'azote, soit dans les matières de l'économie, soit dans celles que l'industrie agricole emploie comme engrais.

» J'espère que, guidé par ses bienveillants conseils, je pourrai soumettre sous peu au jugement de l'Académie le résultat de cette recherche. »

CHIMIE. — *Sur l'identité chimique de l'essence d'estragon et de l'essence d'anis; par* M. CHARLES GERHARDT. (Extrait.)

« Dans un Mémoire publié il y a deux ans (*), j'ai avancé que les acides qui se forment par l'action de l'acide nitrique sur l'essence d'anis ou de fenouil étaient identiques avec ceux qu'on obtient dans les mêmes circonstances, en opérant sur l'essence d'estragon. Dans mon opinion, la série anisique et la série draconique devaient donc se confondre en une seule.

» Cette identité a été confirmée depuis par les nouvelles analyses de M. Laurent.

» Elle a dû nécessairement me conduire à examiner si les réactions de l'essence d'estragon se confondraient encore, dans d'autres cas, avec celles de l'essence d'anis; et si, en un mot, ces deux essences ne seraient que des variétés physiques d'une seule et même substance. Les résultats suivants prouveront que ma supposition était parfaitement exacte.

» Les premières analyses de l'essence d'estragon ont été faites par M. Laurent. Mes nouveaux résultats s'accordent, en général, avec ceux de ce chimiste; mais ils prouvent aussi que cette essence est presque exclusivement composée d'une substance oxygénée qui présente la même composition et le même mode de condensation que l'essence d'anis. Cette substance oxygénée n'y est mélangée que d'une très-petite quantité d'un corps hydrocarboné; car, en analysant l'essence brute ou les premières portions de la distillation, on n'obtient qu'un léger excès de carbone et d'hydrogène sur les nombres exigés par le calcul et fournis par l'analyse des dernières portions.

» Les combustions par l'oxyde de cuivre conduisent à la formule

$$C^{10}H^{12}O = 2 \text{ volumes de vapeur},$$

qui est celle de l'essence d'anis; d'ailleurs, l'essence d'estragon présente aussi la même particularité signalée par M. Cahours dans la densité de la vapeur de cette dernière. Ce chimiste a démontré, en effet, qu'il faut prendre cette densité à une température supérieure au moins de 100 degrés au point d'ébullition de l'essence, si l'on veut obtenir un nombre qui ne s'éloigne pas trop du nombre calculé; le résultat se rapproche d'autant plus du calcul, que la densité a été prise à une température plus élevée. L'essence d'estragon bout à 206 degrés; j'ai obtenu, à 289 degrés, pour D = 5,39; à 306 degrés, D = 5,28;

(*) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, tome VII, page 181.

le calcul exige 5,11. M. Laurent avait obtenu le nombre 6,157; cette détermination a dû être faite à 230 degrés environ; car, à 245 degrés, M. Cahours a obtenu, pour l'essence d'anis, le nombre 5,93.

» La formule précédente rend parfaitement compte de la transformation de ces essences en acide anisique ou draconique $C^8H^8O^3$; cette métamorphose étant accompagnée d'une production d'acide oxalique, comme l'a déjà constaté M. Laurent, on a

$$C^{10}H^{12}O + O^6 = C^8H^8O^3 + C^2H^2O^4.$$

» D'après cela, ces deux essences ne sont que deux variétés physiques d'un seul et même composé. On sait que l'essence d'anis ou de fenouil se concrète par le froid, tandis que l'essence d'estragon reste liquide, même au-dessous de 0°; l'odeur de ces deux essences est d'ailleurs aussi un peu différente. Mais on peut les transformer toutes deux en trois autres variétés physiques, dont l'une reste liquide dans les circonstances ordinaires et même par un grand froid, et dont les deux autres ne se liquéfient qu'à une température bien supérieure à 100 degrés.

Action de l'acide sulfurique et des chlorures sur les essences d'estragon et d'anis.

» Il arrive fort souvent que des substances changent de propriétés physiques au moment d'être séparées de leurs combinaisons. Telle est, par exemple, l'essence de térébenthine qui, versée goutte à goutte dans l'acide sulfurique concentré, s'y combine en produisant un liquide rouge; l'eau étant ajoutée à ce produit, l'essence de térébenthine s'en sépare, mais elle n'a plus la même odeur, ne dévie plus le plan de polarisation et présente bien plus de stabilité que l'essence primitive.

» J'ai fait éprouver à l'essence d'estragon une semblable modification moléculaire, à l'aide de certains chlorures et de l'acide sulfurique concentré. Ces agents se combinent avec l'essence d'estragon, comme ils le font avec l'essence d'anis, et, suivant les circonstances dans lesquelles on défait la nouvelle combinaison, l'essence se sépare :

» 1°. Soit à l'état de caillots floconneux ou résinoïdes, ayant exactement la même composition que l'essence primitive, mais restant solides à 100 degrés, et ne se volatilisant pas sans se dédoubler en deux autres isomères ;

» 2°. Soit à l'état d'une matière cristallisable, ayant encore la même composition, ne fondant pas à 100 degrés, mais pouvant se sublimer sans décomposition, et cristallisant en groupes radiés comme la wawellite;

» 3°. Soit enfin à l'état d'une huile qui se concrète par le plus grand froid, et dont la composition, la densité à l'état liquide et à l'état de vapeur, le point d'ébullition, etc., se confondent avec ceux de l'essence d'estragon et de l'essence d'anis ou de fenouil.

» J'indique, dans mon Mémoire, le mode de production de ces différentes variétés physiques; elles sont identiquement les mêmes pour l'essence d'estragon, l'essence d'anis et l'essence de fenouil. Je les ai obtenues indistinctement avec l'acide sulfurique concentré, le chlorure de zinc, le deutochlorure d'étain et le protochlorure d'antimoine; je ne leur donne pas de noms nouveaux, me bornant à les distinguer par les lettres de l'alphabet. Notre nomenclature s'est remplie depuis quelques années d'une infinité de termes techniques qui ne s'appliquent qu'à des modifications physiques d'un seul et même composé; souvent de légères différences dans les propriétés optiques, observées sur des échantillons d'un même corps, mais provenant de réactions différentes, ont suffi pour faire adopter des noms nouveaux. Sans doute, au point de vue du physicien, le charbon de bois et le diamant sont deux corps différents, mais cette distinction n'existe pas pour le chimiste; à plus forte raison, ne doit-il pas la faire pour des substances comme la térébène et l'essence de térébenthine, dont les propriétés physiques sont infiniment plus rapprochées.

» La transformation de l'essence d'estragon en un isomère solide, au contact de l'acide sulfurique concentré, offre un intérêt pratique, en ce qu'elle permet de reconnaître aisément la falsification de ce corps par l'essence de térébenthine ou par d'autres essences communes qui ne présentent pas cette propriété. Il suffit pour cela d'étendre une petite quantité d'essence d'estragon sur une assiette et d'y faire arriver l'acide goutte à goutte, en agitant le mélange avec une baguette; la combinaison s'effectue immédiatement avec échauffement et coloration de la masse en rouge. Si l'essence d'estragon est pure, elle se concrète tout entière, et l'eau n'en sépare rien de liquide; il faut surtout avoir soin, dans ces essais, d'éviter l'emploi d'un excès d'acide sulfurique qui dissout la modification solide ainsi produite.

» Il résulte des expériences que j'ai faites, il y a quelques années, avec M. Cahours, que la partie oxygénée de l'essence de cumin présente aussi la composition $C^{10}H^{12}O$; mais, tandis que ce corps (cuminol) s'attaque avec facilité par l'hydrate de potasse pour se convertir en cuminate $C^{10}(H^{11}K)O^2$ avec dégagement d'hydrogène, l'essence d'estragon, d'anis ou de fenouil, ainsi que les isomères dont j'ai parlé, résistent complétement, dans les mêmes circonstances, à cet agent d'oxydation. Cependant je suis parvenu à les at-

taquer en opérant sous une forte pression; l'essence d'estragon ou d'anis donne alors un bel acide cristallisable, fusible à 96 degrés, différent de l'acide cuminique (*), mais renfermant les mêmes rapports de carbone et d'hydrogène.

» Cette expérience est assez dangereuse, à cause des explosions occasionnées par le dégagement d'hydrogène et qui déterminent la rupture des tubes où l'on opère; elles m'ont empêché jusqu'à présent d'étudier ce sujet autant qu'il le mérite.

Acide sulfanétique.

» La variété liquide en laquelle l'essence d'estragon ou d'anis se convertit si l'on détruit par la chaleur sa combinaison avec le chlorure de zinc, présente, comme je l'ai déjà dit, la même composition, les mêmes densités, le même point d'ébullition que cette essence; mais, au lieu de se modifier moléculairement, comme elle, au contact de l'acide sulfurique concentré, cette variété s'y dissout complétement et l'eau ne l'en sépare plus; il se produit donc un acide composé. On étend d'eau et l'on sature par du carbonate de baryte; le mélange, étant filtré, donne la solution d'un sel de baryte extrêmement amer.

» Ce sel renferme $C^{10}(H^{11}Ba)SO^{4}$; sa solution aqueuse ne précipite ni le nitrate d'argent, ni le nitrate de plomb, ni le nitrate de chaux; mais elle présente une réaction caractéristique avec les persels de fer. Quand elle est bien neutre, elle communique une couleur d'encre, en même temps qu'il se produit un léger précipité brun : une goutte d'ammoniaque de potasse ou d'acide chlorhydrique fait disparaître la coloration violette.

» Le sulfanéthate de plomb s'obtient sous la forme d'un corps amorphe, qui ressemble à la gomme arabique et qui est fort soluble dans l'eau.

» Soumis à la distillation sèche, les sulfanéthates se charbonnent en partie et dégagent la même huile isomère de l'essence d'estragon ou d'anis, qui a servi à les produire.

» En résumé, il résulte de ces expériences :

» 1°. Que l'essence d'estragon n'est qu'une modification physique de l'es-

---

(*) Dans le travail que j'ai publié, avec M. Cahours, sur l'acide cuminique, le point de fusion de cet acide est indiqué à 92 degrés; mais cette détermination avait été faite sur de l'acide brut, non purifié par une nouvelle cristallisation, et renfermant un peu de cumène. Je viens de m'assurer que l'acide cuminique parfaitement pur fond à 115 degrés. L'*acide cyminique* de M. Persoz est donc notre acide.

sence d'anis ou de fenouil et possède, comme elle, la composition $C^{10}H^{12}O = 2$ volumes, ainsi que les mêmes réactions chimiques;

» 2°. Qu'en combinant ces essences avec l'acide sulfurique ou avec certains chlorures, et en les séparant de nouveau, on les convertit en de nouvelles modifications isomères, dont l'une est liquide et les deux autres solides;

» 3°. Que la modification liquide est à ces essences ce que le térébène est à l'essence de térébenthine et à l'essence de citron : même composition, même densité, même point d'ébullition, mais plus grande stabilité;

» 4°. Que cette modification liquide s'accouple avec l'acide sulfurique en produisant les sulfanéthates, sels unibasiques, représentés par la formule générale

$$[C^{10}(H^{11}M)SO^{4}].$$ »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Liste des tremblements de terre ressentis en Europe et dans les parties adjacentes de l'Afrique et de l'Asie, pendant les années* 1843 *et* 1844; *par* M. **Alexis Perrey.**

« Une première liste des tremblements de terre ressentis en Europe pendant l'année 1843, ayant été insérée aux *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, tome XVIII, pages 393 et suiv., j'ai l'honneur d'en adresser aujourd'hui un supplément qui porte à plus de 70 le nombre des tremblements de terre signalés pour cette année.

» Je donnerai ensuite la liste des tremblements de terre ressentis, dans la même partie du monde, pendant l'année 1844; je m'empresse de dire que je dois la connaissance de beaucoup de faits mentionnés dans ces listes à l'obligeance de M. A. Colla.

I. — *Supplément à la liste de* 1843.

» Le 11 janvier, tremblement de terre à l'île de Méléda (Adriatique).

» Le 13, tremblement de terre à Alger.

» Le 28, tremblement de terre à Inspruck.

» Le 1er février, tremblement de terre à Smyrne.

» Le 3 mars, tremblement de terre à Comorn, en Hongrie.

» Le 9, plusieurs secousses à Salonique, en Macédoine.

» Le 10, quelques minutes après minuit, plusieurs secousses avec détonation, sur divers points du département de la Manche.

» Le 11 avril, tremblement de terre dans le département du Rhône.

» Les 8 et 9 mai, tremblement de terre à Forli, en Italie.

» Le 25, tremblement de terre à Tricala et Salonique.

» Le 31, tremblement de terre à Radicofani, en Toscane.

» Le 13 juin, tremblement de terre à l'île Santorin.

» Le 28, *mare moto* (raz de marée?) à Malte.

» Le 1er juillet, *mare moto* (raz de marée?) à Malte.

» Le 11 août, tremblement de terre à Fribourg.

» Le 13, tremblement de terre dans la mer Adriatique.

» Le 18, 8 heures du soir, à Borgotaro (États de Parme), une secousse ondulatoire de quatre à cinq secondes.

» Le 5 septembre, tremblement de terre dans l'Albanie.

» Le 9, tremblement de terre à Bréos (France).

» Les 6 et 7 octobre, secousses à Messine.

» Le 10, secousses à Naples et sur divers points du royaume.

» On en a ressenti également à Rhodes.

» Les 11, 12, 13 et 14, nouvelles secousses aux mêmes lieux.

» Les 23 et 24, secousses à Carlstad.

» Le 22 novembre, secousses à Borgotaro, dans le duché de Parme.

» Le 26, secousses à Agram.

» Les 7 et 8 décembre, secousses dans la province de Palerme.

» Les 7 et 10, secousses aux environs de l'Etna.

» Les 12 et 13, secousses à Borgotaro et à Raguse.

II. — *Liste des tremblements de terre ressentis en Europe, pendant l'année* 1844.

Janvier.

» Le 4 janvier, 3 heures du matin, à Rome, plusieurs secousses dans la direction du sud-est.

» Le 5, 11h45m du soir, dans les mines de Bleiberg (Carinthie), secousse violente.

» Le 7, 9h22m du matin, à Chambéry (Savoie), faible secousse dans la direction du nord au midi.

» Le 9, à la Torre di Passeri (royaume de Naples), fortes secousses.

» Le 13, vers 8 heures du soir, à Raguse (Dalmatie), léger tremblement précédé d'un bruit semblable au tambour. Au vent du sud-est, qui soufflait les jours précédents, succéda, dans la nuit, un calme parfait, et le thermomètre monta de $+ 1$ à $+ 4$ degrés Réaumur. On y avait déjà ressenti un léger tremblement le 12; le 14, on y en ressentit un troisième.

» Le 15, 1h15m du matin, à Raguse encore, les habitants furent réveillés

par une secousse assez violente et précédée également d'un grand bruit. Le mouvement était oscillatoire et dura près de deux secondes.

» A $5^h 30^m$ du matin, une autre secousse moins forte en violence et en durée; et à $7^h 50^m$ du soir, on vit briller un éclair éblouissant suivi d'une violente secousse qui dura près de deux secondes.

» Marée fort basse, ciel nuageux, thermomètre à + 6 degrés Réaumur, et baromètre à $28^{po} 2^l$, par un vent du sud-est.

» Ces secousses ont été fortes dans l'Herzégovine, où l'on en a ressenti encore le 14.

» Le 21, $2^h 10^m$ du soir, nouveau et léger tremblement à Raguse.

» Le 23, vers 3 heures du matin, à Louvic-Jouzon (Pyrénées), tremblement assez fort dirigé de l'ouest à l'est. Temps couvert et à la pluie. Cette secousse a été ressentie très-fortement à Laruns, dans la même nuit et à la même heure.

Février.

» Nuit du 2 au 3 février, dans une des soufrières de la province de Caltanissetta (Sicile), secousse assez violente avec éboulement. Deux ouvriers furent ensevelis sous les terres, et l'un d'eux fut, dit-on, retiré vivant dix-huit jours après.

» Les 5, 6, 7, 8, 10, 18, 19 et 26, nouvelles secousses à Raguse. Le 27, $10^h 30^m$ du matin, on éprouva encore une nouvelle secousse qui dura sept secondes. La mer était haute, le *sirocco* soufflait avec impétuosité, le temps était pluvieux; le baromètre marquait $27^{po} 5^l$, et le thermomètre 12 degrés Réaumur.

» Le 6, une secousse légère à Parme.

» Le 15, $4^h 10^m$ du soir, à Potenza (Basilicate), secousse de la durée de cinq secondes.

» Le même jour, tremblement de terre à Smyrne.

» Nuit du 15 au 16, à Sala (royaume de Naples), secousse ondulatoire de la durée de trois à quatre secondes.

» Le 18, à Parme, nouvelle secousse qui, comme la précédente, ne paraît pas s'être étendue bien loin.

» Le 23, à Parme encore, nouvelle secousse peu sensible.

» Le 24, à Barcelonnette (Basses-Alpes), secousses avec éboulement à peu près semblable à celui que cause, dans les maisons, une charrette pesamment chargée et marchant avec rapidité sur le pavé. Des personnes qui veillaient encore à cette heure ont remarqué deux secousses bien distinctes, à trois ou

quatre secondes d'intervalle; les meubles ont éprouvé un mouvement d'oscillation très-prononcé.

» Les 24 et 26, à Borgotaro (États de Parme), faibles secousses ondulatoires.

Mars.

» Le 2 mars, trois nouvelles secousses à Raguse.

» Le 3, dans la nuit, une faible secousse à Parme.

» Les 3, 4 et 9, nouvelles secousses à Raguse.

» Le 5, 9 heures du soir, à la Torre di Passeri (royaume de Naples), secousse violente suivie d'une averse considérable.

» Le 6, 9^h10^m du soir, à Braïla (Valachie), tremblement assez violent pendant environ deux secondes, accompagné d'un bruit semblable à celui du canon entendu dans le lointain; les secousses semblaient dirigées du centre de la terre vers la surface. La température était douce, l'air serein; le matin il fit un épais brouillard, auquel succéda, vers 10 heures, le plus beau soleil. A part quelques légères fissures, les édifices n'ont éprouvé aucun dommage.

» Le 8, vers 10^h30^m du soir, à Saint-Jean de Maurienne (Savoie), faible secousse.

» Le 9, à Forli (Romagne), deux secousses.

» Le 10, deux autres secousses, dont l'une à 5 heures du soir, et l'autre à 6^h30^m; cette dernière a été très-violente. Plusieurs cheminées renversées.

» Nuit du 13 au 14, encore une secousse, mais faible.

» Le 15, 9^h25^m du soir, à Raguse, nouveau tremblement. C'était une des plus belles nuits de la saison, l'air était calme, le baromètre marquait $28^{po}2^l$, et le thermomètre 12 degrés Réaumur. A 9^h25^m, un long bruit souterrain précéda une secousse légère qui fut suivie d'une autre un peu plus forte. Celle-ci dura trois secondes à peu près.

» Le lendemain 16, à 3^h7^m du matin, on ressentit une secousse légère et rapide. Beaucoup de personnes disent en avoir ressenti une autre plus faible à 5^h15^m du matin.

» Nuit du 17 au 18, légère secousse à Messine.

» Le 21, 9^h15^m du matin, à Zara (Dalmatie), par un vent violent du nord, un ciel couvert de nuages, et une température de 10 degrés Réaumur, un tremblement de terre, dont le mouvement était saccadé, s'est fait sentir pendant quelques secondes. Cette secousse, qui a été ressentie très-fortement dans quelques maisons, n'a pas causé de dommages, mais elle a jeté les habitants dans la terreur, en détachant des plafonds quelques parcelles de leur enduit.

» Les 22, 27, 28 et 29, nouvelles secousses en Dalmatie.

» Le 22, $10^h 30^m$, légère secousse du sud au nord à Trieste.

» Le 28, entre 6 et 7 heures du matin, à Parme, faible secousse de l'est à l'ouest.

Avril.

» Nuit du 6 au 7 avril, à minuit, faible secousse à Catane. Le 10, au soir, on pouvait voir de cette ville une immense colonne de fumée qui s'élevait du fond du cratère principal de l'Etna.

» Le 18, $3^h 45^m$ du soir, à Lugo (Galice), tremblement assez fort du nord au sud. Toute la ville fut ébranlée comme par une décharge d'artillerie; le bruit ne s'entendait pas sous terre, mais au-dessus des maisons. Les eaux de la rivière Mino qui coule près des eaux thermales semblaient en ébullition. Dès le matin, l'atmosphère était chargée du côté du nord, et un vent très-fort qui soufflait dans cette direction soulevait une poussière qui empêchait de marcher dans les rues. Le baromètre était à *beau temps,* et le thermomètre à 13 degrés Réaumur.

» Comme les tremblements de terre sont rares dans le pays, les habitants ont été très-effrayés, surtout ceux qui demeurent près de la cathédrale où le mouvement a été le plus sensible.

» On l'a ressenti à la Corogne, du sud au nord, vers $2^h 30^m$. Après le tremblement, l'horizon s'est couvert de nuages épais, et le baromètre a monté sensiblement.

» Le 27, nouveau tremblement en Dalmatie.

Mai.

» Le 2 mai, en Dalmatie encore.

» Le 12, dans la matinée, secousse violente en divers lieux de l'Écosse.

» Le même jour, à Ispahan (Perse), tremblement terrible qui a renversé de nombreux édifices, entre autres la fameuse mosquée de Joomah! On l'a ressenti à 12 milles, à Julpha. Il paraît s'être étendu dans l'Aderbaïdjan et l'Irak. Mianeh, à quelque distance de Tauris, est la ville qui a le plus souffert; la moitié des maisons ont été détruites et une grande partie de la population ensevelie, dit-on, sous les ruines. Akkend, Armon-Kharé et Nenghian ont à peu près subi le même sort.

» La catastrophe paraît avoir embrassé un grand espace. Je trouve encore (sans date de jour), entre Angora et Osmandjik (Turquie), un violent tremblement de terre; maisons renversées; deux cents victimes.

» Nuit du 15 au 16, à Athènes et dans les environs, fortes secousses pendant vingt secondes à des intervalles inégaux.

» Les 26 et 28, en Dalmatie, nouvelles secousses.

Juin.

» Nuit du 3 au 4 juin, à Poitiers, violente secousse du sud au nord. Cette secousse a apporté une grande perturbation dans l'aplomb de la tour de droite du portail de la cathédrale.

» Le 5, 4 heures du matin, à Potenza (Basilicate), faible secousse verticale.

» Le 22, en Dalmatie, nouveau tremblement.

» Vers le milieu du mois, à Palestrina (Romagne), faibles secousses.

Juillet.

» Le 1er juillet, en Dalmatie encore.

» Le 13, vers 10 heures du matin, à Messine, deux secousses très-sensibles.

» Le 17, 1h30m, à Carthagène (Espagne), une secousse assez forte de quatre à cinq secondes.

» Le même jour, forte secousse à Palestrina.

» Les secousses paraissent avoir été nombreuses dans les environs de Rome pendant ce mois et le précédent. On écrivait de Rome, le 22 juillet :

« Du 5 juin jusqu'à ce jour, secousses quotidiennes à Palestrina, vers midi.
» Le tremblement fut surtout violent le 17, et se renouvela dès lors jusqu'à
» Poli, Cave et Genezzaro.

» Ces secousses paraissent même s'être étendues jusqu'à Naples. »

» Le 20, à Louvic-Jouzon (Basses-Pyrénées), légère secousse de l'est à l'ouest.

Août.

» Le 1er août, après 10 heures du matin, à Lecce et dans quelques autres points de la province d'Otrante, et à Bari (royaume de Naples), secousses ondulatoires très-sensibles du sud-est au nord-ouest.

» Le 3 et le 4, nouvelles secousses en Dalmatie.

» Le 14, à Fribourg en Suisse.

» Le 30, 5h20m du soir, forte secousse à Corfou.

Septembre.

» Le 12 septembre, 5h30m du matin, aux monts Ourals, secousse très-violente.

» Le 27, 1 heure du soir, à Kischinew et à Odessa.

Octobre.

» Le 22 octobre, raz de marée à Cette.

» Les raz de marée, *mare moto* ou *terre moto di mare* des Italiens, sont-ils autre chose que des tremblements de terre sous-marins? Et, sous ce point de vue, ne doivent-ils pas figurer dans un catalogue comme celui-ci?

Novembre.

» Le 4 novembre, $9^h 30^m$ du matin, à Szigeth (Hongrie) et aux environs de Bade, violentes secousses avec quelques dommages.

» Le 8, léger tremblement à Florence. Inondations désastreuses les jours précédents dans toute la haute Italie.

» Le 30, grande éruption de l'Etna. On ne parle pas de tremblement de terre. Dans le courant du mois, plusieurs secousses à Erzeroum en Perse.

Décembre.

» Le 3 décembre, $2^h 15^m$ du soir, dans les villes de Kongsvinger et de Eideskog, province de Christiania (Norwége), secousses très-violentes pendant quatre-vingt-quinze secondes, accompagnées d'un bruit sourd. Quelques dommages eurent lieu.

» Le 4, en diverses localités de la Savoie, fortes secousses.

» Nuit du 9 au 10, à Rumilly et à Annecy (Savoie), secousses violentes.

» Le 11, vers 5 heures du matin, à Gabas (Basses-Pyrénées), plusieurs secousses successives qui ont duré plus d'une minute. Elles ont été si violentes, que tout s'entrechoquait dans les maisons.

» Vers 6 heures du matin, à Louvic-Jouzon, fort tremblement qui a duré assez longtemps. Dix minutes après, autre tremblement plus court, moins fort, et précédé d'un bruit sourd.

» Vers 7 heures du matin, à Gabas, une autre secousse légère.

» Enfin, vers 8 heures, une troisième secousse assez forte à Louvic-Jouzon.

» Les secousses se dirigent toujours de l'ouest à l'est.

» Le 30, quelques minutes avant $11^h 30^m$ du soir, à Laruns (Basses-Pyrénées), une assez forte secousse parallèle, *comme toujours*, à l'axe de la chaîne.

» Le 31, à Messine, secousses légères.

» Si l'on regarde, comme constituant des tremblements de terre distincts, les secousses qui ont ébranlé simultanément des localités éloignées, ou qui, dans une même région, se sont succédé à des intervalles de temps assez

grands, de huit jours par exemple, on pourra dresser le tableau suivant pour les deux années qui viennent de s'écouler.

MOIS.	ANNÉE 1843.				ANNÉE 1844.				DE 306 à 1843
	Nombre de jours dans lesquels la terre a tremblé.	Nombre des tremblements de terre distincts.		Nombres proportionnels, la moyenne étant 1.	Nombre de jours dans lesquels la terre a tremblé.	Nombre des tremblements de terre distincts.		Nombre proportionnels, la moyenne étant 1.	Nombres proportionnels, la moyenne étant 1.
Janvier....	8	6		0,96	10	6		1,44	1,34
Février....	7	7	23	1,12	14	6	21	1,44	1,10
Mars......	7	10		1,60	19	9		2,16	1,05
Avril	5	6		0,96	3	3		0,72	0,94
Mai.......	6	5	17	0,80	5	3	10	0,72	0,85
Juin......	6	6		0,96	4	4		0,96	0,84
Juillet. ...	5	4		0,64	?	4		0,96	0,88
Août......	6	5	13	0,80	5	4	10	0,96	0,95
Septembre.	23	4		0,64	2	2		0,48	0,88
Octobre...	22	10		1,60	1	1		0,24	1,06
Novembre.	7	5	22	0,80	3	3	9	0,72	0,93
Décembre..	11	7		1,12	6	5		1,20	1,18
Somme....	113	75		12,0	76?	50		12,0	12,0

» Les nombres contenus dans la dernière colonne relative à chaque année ont été obtenus en divisant, par la moyenne mensuelle, le nombre des tremblements de terre distincts ressentis pendant chaque mois. La dernière colonne du tableau a été obtenue de même en opérant sur les nombres des tremblements de terre mentionnés dans les Mémoires que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie.

» Bien qu'on ne puisse espérer de retrouver, pour des années isolées, les rapports généraux déduits d'un grand nombre de faits, il est remarquable que l'ensemble de l'automne et de l'hiver présente toujours une prépondérance marquée sur les deux saisons du printemps et de l'été; seulement l'automne se trouve ici au dernier rang, et c'est la première fois que cette anomalie s'est présentée.

» Ces deux années présentent le phénomène à des degrés inégaux de fréquence, mais néanmoins supérieurs à la moyenne, qui est de 40 environ.

» La moyenne des tremblements de terre ressentis annuellement en France et en Belgique se trouve comprise entre 7 et 8. Dépassée en 1843, cette moyenne a été à peine atteinte en 1844. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur un bolide aperçu le 1er mai 1845, à Dijon; par* M. ALEXIS PERREY.

« Le 1er mai, à $8^h\,29^m$ du soir, temps moyen de Dijon, un bolide a été aperçu entre Régulus et la Crèche, se mouvant d'un mouvement peu rapide et sensiblement horizontal. Il a disparu un peu à l'ouest-sud-ouest de Castor et Pollux, après avoir passé au sud de ces deux étoiles (à 2 ou 3 degrés); il ne s'est pas éteint, mais il a été caché à la vue par le toit d'une maison : on n'a entendu aucune détonation.

» Son aspect était d'un beau bleu, au milieu d'une lueur blanchâtre qui l'environnait à une assez grande distance (5 à 6 degrés). Les vives et nombreuses étincelles qui s'en échappaient l'ont fait prendre, au premier moment, pour une fusée, à la personne qui m'a averti de sa présence, en me l'indiquant toutefois comme une étoile filante. Il est à remarquer que son éclat, quoique bleu, nous a paru très-vif, malgré les illuminations de l'hôtel de la Préfecture que nous venions de considérer, et à deux cents pas desquelles nous nous trouvions alors.

» Pendant que je considérais la trace de la traînée lumineuse laissée par ce bolide, la même personne a vu s'échapper du même point une étoile filante très-faible, qui n'a paru qu'un moment et s'est dirigée, m'a-t-elle dit, précisément en sens contraire.

» Le silon lumineux a persisté à peine pendant 3 ou 4 secondes, mais la blancheur qui formait une bande de 5 à 6 degrés, de chaque côté, a persisté beaucoup plus longtemps. On jugera de son intensité par ce mot d'une des personnes avec qui j'étais : « Oh! comme nous l'aurions bien mieux vue si » elle (l'étoile filante) n'eût pas été dans la voie lactée! » C'est qu'en effet la route suivie par le bolide avait pris une teinte blanchâtre tout à fait analogue à celle de la voie lactée, et que cette teinte a subsisté pendant plus d'une minute d'une manière très-sensible.

» Le temps était beau, on n'apercevait plus de nuages au ciel; l'air était calme, et la girouette continuait à indiquer l'ouest-sud-ouest. A 9 heures, le baromètre, réduit à 0 degré, marquait $744^{mm},53$, et le psychromètre d'argent $15°,6$ et $12°,6$. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Diminution de densité dans les roches, en passant de l'état cristallin à l'état vitreux; par* M. Ch. Deville.

« Ayant observé que la densité des cristaux de feldspath oligoclase, qui entrent dans la composition des laves du pic de Ténériffe, est supérieure à celle de la roche elle-même, j'en conclus que la pâte vitreuse, dans laquelle sont disséminés ces cristaux, quoique notablement ferrugineuse, avait une pesanteur spécifique bien inférieure à celle des cristaux.

» L'obsidienne du même volcan, dont la composition ne diffère pas de celle de la lave en question, m'offrit de son côté une pesanteur spécifique extrêmement faible. Il semblait en résulter que les roches, en passant par un refroidissement subit à l'état vitreux, acquéraient une grande légèreté spécifique. Pour m'en assurer, j'ai fondu la lave demi-cristalline dont j'ai parlé, et j'ai obtenu un verre translucide qu'il m'était à peu près impossible de distinguer de l'obsidienne, et présentant à très-peu près la même densité.

» Voici les nombres :

Densité des cristaux d'oligoclase.	2,5940
Lave vitreuse du pic.	2,5700
Verre qu'on obtient en fondant cette lave. . .	2,4642
Obsidienne.	2,4815

» Ce premier résultat m'a engagé à faire quelques essais comparatifs sur les densités des roches ignées, telles que les offre la nature, et les densités des verres qui résultent de leur fusion. J'ai obtenu les résultats suivants :

	Densités.	Rapport des densités.
Lave vitreuse du pic, déjà citée.	2,5700	1
Verre.	2,4642	0,9587
Trachyte rosé, peu cristallin, de la montagne de Chahorra.	2,7274	1
Verre.	2,6171	0,9595
Lave basaltique du cône de los Mayorquines. .	2,9455	1
Verre.	2,8360	0,9628
Basalte du pic de Fogo (îles du cap Vert). . . .	2,9714	1
Verre.	2,8787	0,9681

» On voit que ces roches perdent moyennement les 0,04 de leur pesanteur spécifique en passant de l'état naturel à l'état vitreux; mais elles ne paraissent être qu'en partie cristallines. Si l'on cherche l'augmentation de volume que subit une roche complétement cristalline, on la trouve plus considérable,

comme le prouve l'essai suivant :

	Densités.	Rapport des densités.
Granit du bec d'Andoux.	2,6225	1
Verre.	2,3603	0,9000

» Les roches qui ne présentent que peu ou point de traces de cristallisation donnent des résultats bien différents :

	Densités.	Rapport des densités.
Lave verte du volcan de Chahorra.	2,4862	1
Verre.	2,4657	0,9917
Ponce du pic (d'après M. Abich).	2,4770	1
Verre.	2,4556	0,9925
Obsidienne du pic.	2,4815	1
Verre.	2,4949	1,0054
Obsidienne jaunâtre du las Piedras Blancas.	2,3825	1
Verre.	2,4757	1,0391

» La dernière roche offre même un exemple remarquable d'une concentration moins grande à l'état naturel que dans le verre qui résulte de sa fusion.

» Tout portait donc à penser que c'est dans le phénomène de la cristallisation qu'a lieu cette condensation de la matière. Les essais suivants, faits sur quelques minéraux simples, ont rendu ce fait évident :

	Densités.	Rapport des densités.
Labradorite de la côte de Labrador.	2,6894	1
Verre.	2,5255	0,9390
Orthose du Saint-Gothard.	2,5610	1
Verre.	2,3512	0,9180
Amphibole d'Oran.	3,2159	1
Verre.	2,8256	0,8786
Pyroxène de la Guadeloupe.	3,2667	1
Verre.	2,8035	0,8579
Péridot de Fogo.	3,3813	1
Verre.	2,8571	0,8449

» Il résulte de ces expériences que, dans l'acte de la cristallisation, il s'opère une énorme condensation de la matière. On pourrait concevoir que les éléments étant confusément mélangés par la fusion, si le refroidissement est suffisamment lent, les molécules semblables auront le temps de se chercher et de se grouper en cristaux qui offrent sans doute le moins de vides pos-

sible. Par un refroidissement subit, les molécules sont, au contraire, saisies et solidifiées dans les positions qu'elles occupaient à l'état liquide de la matière.

» En entreprenant les recherches dont je viens de présenter quelques résultats, je ne connaissais rien qui se rapportât directement à des essais du même genre. Depuis, j'ai découvert quelques lignes écrites par M. Gustav Bischof, en juillet 1841, et insérées dans le Journal de Leonhard et Bronn (1), dans lesquelles l'auteur annonce s'être livré depuis trois ans à des expériences analogues sur trois genres de roches : les basaltes, les trachytes et les granites. M. Bischof a même mesuré, par des moyens dont il ne donne aucune idée, le volume occupé par ces roches à l'état de fluidité ignée. Il rapporte simplement les deux tableaux suivants, qui résument ses expériences :

	Vol. à l'état vitreux.	Vol. à l'état cristallin.
Basalte.	1	0,9298
Trachyte.	1	0,9214
Granite.	1	0,8420

	Vol. à l'état de fluidité ignée.	Vol. à l'état cristallin.
Basalte.	1	0,8960
Trachyte.	1	0,8187
Granite.	1	0,7481

» Il en résulterait pour le granite, ainsi que le remarque l'auteur lui-même, une concentration de 25 pour 100 de son volume, en passant de l'état liquide à l'état cristallin (ce qui impliquerait un coefficient de dilatation énorme pour ces roches à la température de la fusion) : pour passer de l'état vitreux à l'état cristallin, la condensation serait de 16 pour 100.

» Ce dernier nombre diffère notablement de celui que j'ai obtenu par la fusion d'un autre granite. Malheureusement l'auteur allemand ne donne aucune indication de la méthode qu'il a suivie. Je dois cependant remarquer que le verre donné par le granite étant extrêmement bulleux, j'ai été obligé de le réduire en poudre très-fine pour en prendre la pesanteur spécifique. La densité du verre, prise en petits fragments, n'était que de 2,1742 ; ce qui aurait donné fautivement une diminution de densité de 17 pour 100 au lieu de 10 pour 100, et se rapprocherait tout à fait du nombre de M. Bischof.

---

(1) *Neues Jahrbuch für mineralogie, geologie*, etc., von Leonhard und Bronn; 1841, n° 5, page 565.

Il en était de même du verre obtenu par la fusion du labradorite et de l'orthose : ce qui me semble en rapport avec la production des ponces dans les volcans essentiellement feldspathiques, surtout si l'on remarque que les verres donnés par les basaltes, les pyroxènes, l'amphibole, sont compactes, à peu près exempts de soufflures, et pourraient même être employés dans les arts.

» La différence entre mes résultats et ceux obtenus par M. Bischof m'a déterminé à présenter les premiers, et même à étendre à d'autres substances ces recherches, dont le but semblera mériter quelque intérêt si l'on remarque que cette concentration des matières par la cristallisation peut se lier au phénomène du retrait dans les roches ignées, et même contribuer, comme cause secondaire, à la diminution de volume des parties intérieures du globe, laquelle, comme on sait, est le point de départ de l'ingénieuse théorie par laquelle M. Élie de Beaumont a rendu compte des grands ridements de la surface du globe. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Extraction de l'opium en larmes sous le climat d'Italie.* (Note de M. **Bonafous.**)

« Par suite du Rapport fait par M. Payen à l'Académie des Sciences, le 7 avril de cette année, relativement aux produits du pavot somnifère sous le climat d'Alger, je ne crois pas inutile, dans l'intérêt de la médecine européenne, d'informer l'Académie que, voulant constater avec précision la quantité d'*opium en larmes* que l'on peut extraire de cette même plante sous le climat de Turin, il résulte de mes essais que 100 têtes de pavot (*Papaver somniferum album*), incisées sur pied, dans le jardin de l'Académie royale d'Agriculture durant l'été de 1844, m'ont donné 50 grains d'opium, desquels j'ai obtenu 3 grains et demi de morphine, soit 7 parties de morphine pure sur 100 parties d'opium. Cette production d'opium, toute faible qu'elle est, n'est point indifférente, si l'on considère qu'il est pour ainsi dire impossible de se procurer en Europe l'*opium en larmes* des Orientaux. J'ajoute à cette Note que l'incision transversale des capsules, telle que je l'ai pratiquée, fait découler une quantité de suc double de celle qu'on extrait par l'incision longitudinale. Cet opium indigène, d'une saveur très-amère, n'exhale point l'odeur vireuse de l'opium exotique. »

PHYSIQUE. — *Sur le changement de pôle produit par la torsion dans un fil de fer convenablement disposé.* (Extrait d'une Lettre de M. **Choron.**)

« Jusqu'à présent les actions mécaniques, telles que le choc et la torsion,

n'ont été indiquées que comme capables de développer une certaine force coercitive en vertu de laquelle le fer doux peut être aimanté; mais j'ai observé depuis longtemps qu'il suffit de plier un fil de fer pour changer ses pôles magnétiques. A cet effet, je soude un fil de fer du commerce par une de ses extrémités sur une plaque métallique quelconque de zinc, de cuivre, de platine, etc., et, en présentant cette extrémité soudée à une aiguille aimantée horizontale, j'observe que les attractions peuvent se changer en répulsions lorsque je plie le fil. J'ai observé, en outre, un fait bien singulier dont aucun physicien n'a encore parlé, et que je ne me décide à faire connaître qu'après de nombreux essais infructueux pour en découvrir l'explication. Ce nouveau fait consiste en ce que la même extrémité soudée peut être, tantôt attractive, tantôt répulsive, suivant qu'elle est présentée au-dessus ou au-dessous de l'aiguille aimantée. Ce fait n'est soumis à aucune espèce de régularité; la soudure n'est pas nécessaire, mais elle me paraît propre à favoriser la production du phénomène. »

PHYSIQUE. — *Réclamation de* M. **Person** *à l'occasion de la Note présentée par* M. Ed. Desains *dans la séance précédente.*

« Le 31 mars j'ai déposé un paquet cacheté qui contient, entre autres résultats, la détermination de la chaleur spécifique de la glace; c'est seulement le 5 mai que M. Desains a communiqué son travail sur le même sujet. Ainsi, la question de priorité serait facilement résolue. Mais je prierai l'Académie de différer l'ouverture du paquet cacheté, parce qu'il contient d'autres résultats qui ont encore besoin d'un certain travail. Je dirai seulement ici que par trois procédés spécifiés dans le Mémoire, j'ai trouvé la chaleur spécifique de la glace comprise entre 0,50 et 0,56; j'ai adopté 0,56 parce que la chaleur spécifique de l'atome est alors précisément 0,63, nombre trouvé par M. Regnault pour les oxydes qui se rapprochent le plus de l'oxyde hydrique, c'est-à-dire pour les oxydes zincique et magnésique (les 2 atomes d'hydrogène ne formant que 1 équivalent de métal).

» J'extrairai encore deux autres résultats qui ont un rapport intime avec la question actuelle.

» Ayant mesuré la chaleur spécifique de plusieurs sels qui contiennent beaucoup d'eau de cristallisation, tels que le borax, le phosphate de soude, j'ai trouvé qu'on retombait, à très-peu près, sur les nombres donnés par l'expérience en calculant la chaleur spécifique du sel hydraté par la formule $\frac{mc + m'c'}{m + m'}$, m, m' étant les proportions, et c, c' les chaleurs spécifiques du sel

anhydre et de la glace. Ainsi, l'eau de cristallisation est, en quelque sorte, à l'état de glace dans les sels; du moins elle y entre avec la chaleur spécifique de la glace et non pas avec celle de l'eau. Voilà pour l'état solide. A l'état liquide, c'est le contraire; on calcule, en général, très-approximativement la chaleur spécifique d'une dissolution saline au moyen de la formule précitée, en y faisant $c' = 1$ au lieu de faire, comme tout à l'heure, $c' = 0,56$.

» L'autre résultat est que de la glace refroidie, mise dans de l'eau rigoureusement à zéro, se recouvre indéfiniment de glace, ce qui met en défaut le procédé de Clément Désormes pour mesurer la chaleur spécifique de la glace; on trouve, en effet, par ce procédé, des nombres aussi forts qu'on veut, comme 2, 3 unités. Il paraît que la glace introduite agit comme un cristal dans une dissolution saturée; quant à la chaleur qui résulte de la congélation, l'eau la transmet à la glace fondante qui forme l'enceinte. »

M. **Fraysse** adresse le tableau des *observations météorologiques* qu'il a faites à Privas (Ardèche) pendant le mois d'avril 1845.

M. **Pape** écrit à l'occasion d'un passage d'un Mémoire lu récemment par M. *Despretz*, sur la limite des sons graves et des sons aigus; il soutient, contre l'opinion de ce physicien, que c'est seulement dans les mauvais pianos que les deux demi-octaves extrêmes du clavier ne donnent pas des sons musicaux, c'est-à-dire des sons dont les rapports avec ceux des touches voisines puissent être nettement appréciés par toute oreille un peu exercée.

M. **Brulard** prie l'Académie de vouloir bien compléter la Commission à l'examen de laquelle avait été renvoyé un *compteur du gaz* présenté au mois de mai 1840. Par suite du décès de l'un des Commissaires, M. *Savary*, le Rapport n'avait pas été fait.

M. *Regnault* remplacera M. Savary dans cette Commission, dont font déjà partie MM. Arago et Gambey.

M. **Passot** demande l'autorisation de faire parvenir aux lecteurs du *Compte rendu des séances de l'Académie*, et par la même voie, un opuscule relatif aux diverses communications qu'il a faites à l'Académie sur la *théorie des forces centrales*, communications sur lesquelles il renoncerait, dans ce cas, à solliciter un nouveau Rapport.

Cette demande est renvoyée à l'examen de la Commission qui a fait le premier Rapport, contre les conclusions duquel proteste M. Passot.

M. **Lévêque** adresse, de Péronne, un Mémoire ayant pour titre : *Unité universelle.* Ce Mémoire, sur lequel l'auteur sollicite le jugement de l'Académie, ne paraît pas de nature à devenir l'objet d'un Rapport.

L'Académie accepte le dépôt d'un *paquet cacheté*, déposé par MM. **Andral** et **Courbebaisse.**

La séance est levée à 6 heures. A.

ERRATA.

TOME XVIII. (Séance du 11 mars 1844.)

Page 395, ligne 25, *au lieu de* Louvic-Jonzon, *lisez* Louvic-Jouzon.
Page 396, ligne 5, *au lieu de* Algues, *lisez* Alger.
Page 397, ligne 10, *au lieu de* Soulu, *lisez* Soulce.
Page 401, ligne 17, *au lieu de* Hano, *lisez* Slano.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres:

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1845; n° 18; in-4°.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. GAY-LUSSAC, ARAGO, CHEVREUL, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT *et* REGNAULT; 3e série, tome XIV, mai 1845; in-8°.

Annales des Sciences naturelles; par MM. MILNE EDWARDS, AD. BRONGNIART *et* DECAISNE; mars 1845; in-8°.

Réflexions sur les principes fondamentaux de la Théorie des Nombres; par M. POINSOT; in-4°; 1845.

Mémoire sur la détermination des perturbations absolues dans les Ellipses d'une excentricité et d'une inclinaison quelconques; par M. HANSEN, directeur de l'Observatoire de Gotha; *traduit de l'allemand par* M. VICTOR MAUVAIS. Paris, 1845; in-8°.

Annales maritimes et coloniales; par MM. BAJOT *et* POIRÉE; avril 1845; in-8°.

Réponse à quelques observations nouvelles sur la découverte de la Variation, ou troisième inégalité lunaire, par les Astronomes arabes du Xe siècle; par M. SÉDILLOT; 1 feuille in-4°.

Essai sur les mesures législatives à provoquer pour étendre à tous les Sourds-Muets de la France le bienfait de l'éducation; par M. VALADE REMI; brochure in-8°.

Échalas, paisseaux et lattes (Médoc) remplacés par des lignes de fil de fer mobiles, établies au printemps et enlevées à l'automne; par M. ANDRÉ MICHAUX; brochure in-8°, avec planches.

Voyages de la Commission scientifique du Nord en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux Feroë, sous la direction de M. GAIMARD; 29e livraison; in-folio.

Notes sur quelques phénomènes de déplacements moléculaires qui se sont opérés dans les roches, postérieurement à leur dépôt; par M. VIRLET D'AOUST; brochure in-8°.

Résumé de la discussion sur les forces centrales, soutenue à l'Académie royale des Sciences de Paris, contre MM. CAUCHY, BINET *et* DUHAMEL; *par* M. F. PASSOT; 1 feuille in-4°.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; tome XVIII; janvier et février 1845; in-8°.

Annales médico-psychologiques; mai 1845; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; mai 1845; in-8°.

Journal de Médecine; par M. TROUSSEAU; mai 1845; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; mai 1845; in-8°.

La Clinique vétérinaire; mai 1845; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 535; in-4°.

Verhandelingen... *Mémoires de la Société de Batavia;* tome XIX. Batavia, 1843; in-8°.

Ueber platina... *Sur le Platine; par* M. SCHWEIGGER; brochure de 2 feuilles et demie; in-8°.

Il cimento... *Journal de Physique, Chimie et Histoire naturelle;* janvier et février 1845. Pise, 1845; in-8°.

Ricerche... *Recherches sur la division des arcs d'une courbe du 4e degré; par* M. TORTOLINI; 1 feuille in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome XIII, 1845; n° 19; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 53 à 55.

L'Écho du Monde savant; n° 34; in-4°.
